CONTENTS OF NO. 18

(In Japanese with English Summary except * in English)

KURITA, S.
Causes affecting the size of sardine stock in the waters off Japan and adjacent regions. —With particular reference to the catch declining since 1941— (1)

*NAGASAKI, F. and MATSUMOTO, K.
Homing tendency of the bachelor seals to their native rookeries (15)

FUKAI, R. and SHIOKAWA, F.
Studies on the growth of laver (*Polphyrs* spp.) with reference to chemical environment—I. On the analytical method for inorganic components of laver as indices for the varying environment (21)

OKUBO, K.
Study on the bio-assay method for the evaluation of water pollution—I. An attempt to use Brine Shrimp as a test animal (31)

FUKAI, R., KOJIMA, S. and MARUYAMA, T.
On the variations of nutrient salts in the water of the lavernursery located along the coast of Nagai, Kanagawa Prefecture (37)

HIGASHI, H., TAKAYAMA, S. MURAYAMA, S. HAYASHI, I. and KANDA, K.
Utilization of discarded trawl catches as feed for livestock (47)

Published Quarterly by

TOKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

TSUKISHIMA, CHUO-KU, TOKYO

JAPAN

本報告略号
—東 海 水 研 報—

Abbreviation of this Bulletin
—Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.—

昭和 32 年 10 月 25 日　印 刷
昭和 32 年 10 月 30 日　発 行

発 行 所　水産庁東海区水産研究所
東京都中央区月島 3 号地

発 行 者　源 生 一 太 郎
東京都中央区月島 3 号地

印 刷 者　大 星 義 明
東京都渋谷区代々木上原町 1141

印 刷 所　株式会社 金星社印刷所
東京都渋谷区代々木上原町 1141
電 話 (46) 3235

マイワシ資源量の変動に関する二三の知見*

―特に1941年以降の激減について―

栗　田　　晋

I. はしがき

マイワシ *Sardinops melanosticta* (T. & S.) は，吾が国漁業の最も重要な対象として，かつて 1934 年より 39 年に至る間，極東水域に於て空前の 200 万トンを越える漁獲量を示したが，1941年頃より急激に衰え，漁場も縮少し，全国の沿岸漁業経済に深刻な打撃を与えたことは周知の通りである。その漁獲量は第2次大戦後一時持ち直したものの，再び減じて1956年には 20 万トンを僅かに越すのみとなつてしまつた。これらの原因を確かめ，対策をたてるべく，1949年以降全国的に資源調査が行われているが，未だ適確な結論を得るに至らない。また当時の大豊漁に続く激減の原因について諸説が提出されたが，定説はない様である。田内[1)2)]はマイワシ漁は寒暖2つの海流の周期的変動に大きく関係するもので，不漁はまず寒流の卓越によつて北方への回遊が抑制されて北方海域から始まり，次いで 1940 年以降は黒潮の東遷によつて，沿岸における稚魚の成育の衰退から資源量が減り，また沿岸への来遊もへつて本格的な不漁となつたと述べ，中井[3)4)] は当時紀南の冷水塊の発達等に現われた海況変動によつて，薩南海域の産卵に由来する稚魚が異常に大量に死亡したため資源量がへつたと説いている。相川[3)5)6)]は同じく資源量が減つたためとしているが，その所説は中井とは対照的であつて，獲り過ぎによつて（特に若年魚に著しい）漁獲量が自然増殖量を超えたためとしている。また木村[3)7)] は太平洋側で寒流の流量の増加のためマイワシの適温水域が沖合に拡がり，その沿岸来遊の機会が少くなつて漁獲量が激減したと推測している。そしてその沖合のマイワシはそのまま漁獲の対象となることなく死亡し，それより産れた系統群もその去就は不明ではあるが，結局は亡びたと考える外ないであろう**としている。

以上の諸説はそれぞれ或る程度論拠に肯かせるものがあるが，何れも定説とならないのは，その頃組織的な調査がなかつたため，それらに対して十分な吟味が出来ないからであろう。しかし，近年の内外の調査資料を併せ考えて，統計的な研究を行えば，当時の事態についてなお，重要な知見を加えることが出来るであろうと思われる。

筆者は漁獲量の統計及び仮定し得る漁獲率の変動を用いて，当時の資源量と年間自然増殖量との関係を概括的に計算し，その結果を基にして，種々の角度から検討した結果，マイワシ資源量の変動に関する知見を二三得たので，ここに報告する。資料不足の為，推論には客観性に欠けるところがあるが，諸賢の御批判と御教示を得れば幸である。

II. 資源量と自然増殖量

一定の区域内にある単一種の生物群集が，環境に変動がなく，間引も行われぬ場合には，時とともにS字型曲線（Logistic 曲線）に従つて増殖することは，Verhulst 以来広く知られている。この性質は水産生物資源に対して，漁獲量の規制を行うことの有力な根拠となつている様であるが，海洋に於ては，漁獲が行われているのが常であつて，その為この性質を実地に確かめ得た例は稀

* 1957 年8月 20 日受理，東海区水産研究所業績A第 56 号
1950 年4月及び 1957 年4月日本水産学会年会に於て講演。

** 木村博士の筆者宛書簡による。

で，小規模な実験を除けば，オツトセイの外にはない様である。ただし，この様な時間と資源量との関係が得られないでも，大づかみに，年々の資源量に対する年間の自然増殖量が長年の統計より推定され，その関係が山型の曲線となると判るならば，その様な水産資源は，環境に異常がなく間引もなければ，大勢に於ては上述の如くS字曲線を辿つて増殖することが期待される。従つてこの様な水産資源については，山型曲線の頂上附近の状態を適正として，そのところの自然増殖量を所謂最大持続漁獲量と決めることが出来るわけである。

それ故，この資源量と自然増殖量との関係より最大持続漁獲量を知ることが，水産資源調査の重要な課題であるけれども，これは必ずしも可能ではない。或いは全く不可能かも知れない。というのは，水産資源では所要の正確な統計資料を得るには多額の経費を要して中々困難であるし，資源内部の組成は多くの場合単純でない上に変動するし，その上，海洋には他の生物も多く共存し，環境の変動が資源量に複雑な影響を及ぼしている為，前記のS字曲線を得た場合の条件が当てはまらぬと言えるからである。

たとえば，田中[8]は Baranov の仮定（年加入量，年令範囲，成長度が何れも一定等）を置いた場合に，全減少係数（λ）と資源量（P）及び自然増殖量（W）が一義的に対応するのは安定している時に限られ，λ を一旦変えると幾年か経つて年令組成が安定するまでは，P に対する W の値が上の場合とは非常に異なることを計算によつて示している。田中も述べている通りこれは一つの極端な場合であつて，現実は Baranov の仮定の通りではなくて，通常はこれ程大きな W の差は起らないと思われるが，とにかく資源内部の構造，組成の差が W に相当な影響を及ぼすこと，つまり自然増殖量の一義性を疑わせることの一根拠を示していると言える。

以上の事を考えると，或る水産資源量と自然増殖量の関係を求めても一本の曲線となるとは限らず，点がかなり散らばることが予想される。そして点の散らばりが資源量の変動の範囲に比べて大きい時には所要の関係を判定することが不可能である。また点の散らばりが少くて大体一本の平均曲線が推定出来ても，異常な環境が続いたような場合には，その曲線は山型とはならぬであろう。

さて，マイワシの場合には，1934—39年を頂点として，その後僅か数年間に6％とまで漁獲量が減じており，資源量の変動の範囲が非常に広く，点が散るにしても資源量と自然増殖量の関係が求め易いと考えられるので，この関係を追求することにした。その結果，もし山型に近い曲線が得られたならば，環境の変動の影響は少いと見られ，従つて激減の原因は主として漁獲に帰せられよう。しかし，山型とはひどく異なる曲線が得られたならば，むしろ環境の異常に帰せられることになる。また曲線が全く判定出来ないならば，マイワシの年々の自然増殖量はそれ自身の資源の量とは殆んど無関係に，環境に普通起るような変動によつて大きく左右されるので，普遍的なきまつた最大持続漁獲量は認められず，漁獲量の規制はその資源の管理のためとしては全く無意味であると推論し得るであろう。

この様な計算は極めて概括的なものであり，資源研究としては上すべりと言えるが，組織的な調査が行われず，組成その他についての所要の資料が不足している，当時のマイワシ資源に対して，資源変動の原因の目安を立てるためには試みるべき方法であり，その他の資源についても変動の烈しいものには有用なものと考えるのである。

Ⅲ．逐年漁獲量と漁獲率より資源量と年間自然増殖量とを求める方法

年間の自然増殖量を求めるには，厳密に言えば年令別の漁獲量及び漁獲率，漁獲の対象になつていない若年魚の資源量を知る必要があるが，当時のマイワシについてその様なくわしい資料がないので，ごく大づかみに求める方法をとることにする。それは各年令をこみにした資料を使うのであつて，マイワシの場合，若年魚で漁獲の対象とならないものの総重量は少いので，これを無視しても差支えないと思われる。

或る年（i）の初めの資源重量を P_i，漁獲が行われない時に次の年（$i+1$）の初めのそれを P'_{i+1} とし，自然増殖量 W_i，自然増殖率 w_i を次式で表わすことにする。

$$W_i = P'_{i+1} - P_i \qquad (1)$$

$$w_i = \frac{W_i}{P_i} \qquad (2)$$

次に i 年に年間 Y_i だけ漁獲した時，次の $i+1$ 年の初めに資源量が P_{i+1} になつたとすると，自然増殖量は次の様に見積られる。

自然増殖には成長，加入及び負の作用である自然死亡が含まれており，漁獲された Y_i は，もし獲られなかつたら自然増殖をするはずであるが，Y_i の自然増殖量は $w_i Y_i$ とは限らない。それは漁期の早晩によつて異なり，極端な例として i 年の終りに一時に獲られたならば 0 であろうし，年の初めに一時に獲られたならば $w_i Y_i$ にほぼ等しかろう。また，年令組成等によつても異なるわけであるが，これらをまとめて，Y_i に対する自然増殖量を $\alpha w_i Y_i$ $(0 \leqq \alpha \leqq k \fallingdotseq 1)$* と書くことにすると次式が成り立つ。

$$P_{i+1} + (1+\alpha w_i) Y_i = P'_{i+1} \qquad (3)$$

（1）（2）（3）より P'_{i+1} と w_i を消すと

$$W_i = \frac{P_i}{P_i - \alpha Y_i}(P_{i+1} - P_i + Y_i) \qquad (4)$$

または

$$W_i = \left(\frac{Y_{i+1}}{F_{i+1}} - \frac{Y_i}{F_i} + Y_i\right) \Big/ (1 - \alpha F_i) \qquad (5)$$

ただし，$F_i \equiv Y_i / P_i$ で，これを第 i 年の漁獲率と呼ぶ。従つて年々の漁獲量（Y_i）が判り，漁獲率（F_i）が推定され，漁期の模様から α の値を見積ることが出来れば，（5）式によつて P_i と W_i との関係が計算されるわけである。

なおこの方式では各年令をまとめた資源の全重量を扱うので，年令によつて漁獲率が著しく異なる時，たとえば或る年令は資源重量が非常に多いのにあまり獲られていないという様な時には，全資源量の推定が不可能で，この方式は無理である。シラスの様なものは，尾数は多いが全重量が少く，その漁獲率の大小は全資源に対する漁獲率にあまり影響がないと見られるので，考慮しなくても差支えあるまい。

Ⅳ．マイワシの漁獲量と漁獲率

1）漁獲量

1925－50年間の日本内地に於けるマイワシ漁獲量は，農林統計ではカタクチイワシ，ウルメイワシと区別せず，イワシとして一括されている為詳かでないが，筆者等[9]がイワシ加工品の生産高とイワシ類漁獲量を併せ考えて，これを区別して推算したものがあるので，これを使うことにする。また朝鮮の分は 1929 年以後朝鮮総督府水産統計に発表されているのでこれによつた。この外僅かであるが，ソ連沿海州方面に於てもマイワシが獲られているので，中井の紹介した資料[4]によつて，これを加えることにした。（第1表）

なお，マイワシが幾つかの種族に明かに分れているならば，区別して扱う方がよいが，現在定説がないで，皆同一の種族として取扱う。

2）漁獲率

当時のマイワシの漁獲率の値を推定することは殆んど不可能であるが，その変動の趨勢を色々に想像することは出来る。そこでその色々な趨勢に対して漁獲率の基準を種々にとつて，あり得べき漁獲率の系列を幾つも仮定する。そしてその様な色々な場合について，資源量と自然増殖量の関係を求めることにする。その結果，それらに共通な結論が得られれば一応目的を達したと言えよう。もとより漁獲率の年々の細かい変動は判るはずがないから，大ざつぱな結論を得ればよいのである。

---

* k が厳密に1でないのは，漁獲が行われ，魚群の密度がへれば，獲られないものの自然増殖率に影響があるからである。

第 1 表　マイワシ漁獲量（ウルメを含む）万屯
Table 1. Catch of sardine in the Far East, 1933—47.
Unit 10^4 metric tons

年次 year	内地* Japan	朝鮮 Korea	ソ連沿海州 U.S.S.R. Sikhota Alin (Coast Range)	計 Total
昭和 8 (1933)	148	34	9	191
9 (1934)	139	58	10	207
10 (1935)	131	80	12	223
11 (1936)	159	99	11	268
12 (1937)	115	139	14	267
13 (1938)	99	98	10	207
14 (1939)	100	121	11	232
15 (1940)	75	96	(10)	181
16 (1941)	109	63	2	174
17 (1942)	69	8	0+	77
18 (1943)	46	0	0	46
19 (1944)	25	0	0	25
20 (1945)	16	0	0	16
21 (1946)	24	0	0	24
22 (1947)	24	0	0	24

* ウルメを含むがこれは多くとも数万トンの程度と見られる
* Includes the catch of round herring estimated to be scores of thousand tons a year at most.

漁獲率に影響する要因としては，漁獲努力量，漁場面積，漁獲能率，漁労技術，漁場来遊率（Availability）などが考えられる。まず努力量については満足な資料がないが，マイワシに対して最も重要な旋網漁業は，昭和初頭より発達して年々上昇を続けたが，農林統計によれば，内地沖合旋網漁船数は 1935—40 年間は大した変動が見られないし，水産庁の調査によると内地の旋網統数は許可数，着業統数共に1938年以後大体一定で，1945年でも 1 割程度の減少に過ぎない（第 2 表）。また，田内が海洋図（農林省水産試験場発行）所載の漁況資料を使つて，マイワシの月減少率を計算した結果は*，太平洋中部北部海域で 1938 年以前とくらべて 1939—41 年にむしろ増加の様さえうかがわせるので，この方面の漁獲率はこの時代に別に減つてはいなかつたとも言える。しかし，一方 1941 年以後は，戦争のために，全国的に漁船，船長，機関士，漁夫の徴用，漁業用資材の統制が逐年強化され，統数もへり，出漁，操業の回数も減少して終戦に至つたとも考えられる。（第

* 田内博士の筆者宛書簡による。（未発表）

月　減　少　率

区域	1938年以前	1939年以後
北海道噴火湾	.031	.073
東北太平洋	.049	.055
千葉県九十九里浜	.081	.096

註，漁獲物は主として九十九里浜で 1 年マイワシ，東北太平洋で，1，2 年マイワシ，噴火湾で 2 年マイワシとする。計算の年代は
噴火湾　1938—40 年（主として定置網）
東北太平洋（小名浜）1936—41年（主として旋網）
九十九里浜（波崎，銚子，鴨川）1936—41 年（　〃　）

3表，千葉県の実例[10])

第 2 表　旋網漁業の漁船数及び統数

Table 2. Number of boats and nets in Japanese purse seine fishery

年　次	内地沖合(1)* 旋網漁船数	旋網(2)** 許可統数	同 (3)** 着業統数
1932	723	—	—
1933	690	—	—
1934	750	—	—
1935	925	—	—
1936	933	—	—
1937	972	—	—
1938	916	1534	1291
1939	1096	1534	1291
1940	1088	1500	1300
1941	—	1550	1350
1942	—	1550	1350
1943	—	1500	1300
1944	—	1400	1250
1945	—	1300	1200
1946	—	1400	1300
1947	—	1487	1421

*　農林統計　　**　水産庁旧沿岸漁業課調査

(1) Number of purse seine boats.
(2) Number of purse seine licenced.
(3) Number of purse seine operated.
* Statistical Tables of Ministry of Agriculture and Forestry.
** Statistics surveyed by Fisheries Agency.

第 3 表　イワシ揚繰網漁業統合経過表（福与多喜千氏による）

Table 3. Number of sardine purse seine licenced in Choshi and Togawa district, Chiba Prefecture, 1942—46.

年　次	期　間(1)	地　区(2)	
		銚子 (Choshi)	外川 (Togawa)
1942	冬職(3)	13統（2統宛を統合）	——
1943	〃	8〃（3　〃　）	——
1944	〃	7〃（3統又は4統）	8統（2統を統合）
1945	〃	9〃（2統又は3統）	7〃（1　〃　）
1946	〃	13〃（1統又は3統）	10統（1又は2統）予定

備考　統合が解けた場合は銚子地区 24 統，外川地区 16 統である。

(1) Fishing season　(2) District　(3) Winter
Remarks. There had been 24 nets in Choshi district and 16 nets in Togawa district before fishing restriction was put in force.

漁場面積は中部太平洋ではむしろ広くなつたらしい* とも言われるが，1942年以降北鮮等が皆無漁となり，北海道，東北太平洋方面でも漁獲量が激減したので，全国的に見ればせまくなつたと思われる。漁場面積がせまくなると，努力量が同じならば漁獲率が増すことを注意したい。

*　田内博士の示唆による。

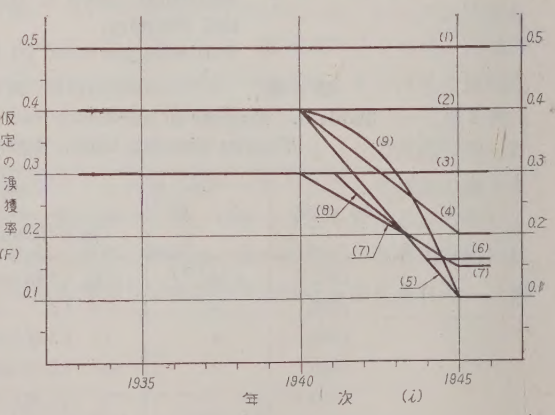
漁労技術には向上の跡はあるが，近年の魚群探知機の使用普及の様な，全般的に見て飛躍的な発達は当時にはなかつた様である。

漁獲能率の変動については一層資料に乏しいが，短期の局地的漁業の場合，回遊量にも変りがないのに，海況に左右されて魚群の密度が変り，従つて漁獲能率が大きく変動した実例は少くない。たとえば，北鮮のマイワシ漁業は 10 月頃が盛期であつたが，その頃の水温の水平分布によつて魚群の濃縮状態が異なり，回遊量に変りがなさそうであるのに，著しく豊凶が現われたことを中井[11]が報告している。また，日本海の刺網漁業では寒流系水の為に対馬暖流が沿岸に押しつけられると，魚群が濃密になつて漁獲能率が増し，その地方で豊漁を示し，その反対の海況では不漁となることが古くから知られ，近くは伊東等[12]の報告もある。しかし，全国的に周年にわたり，しかも多種多様な漁具によるマイワシ漁業では，これらの現象は局地的短期間のことであり，全国的にまとめて見れば，当時に於てその変動は大きくないと考えてよいであろう。

最後に漁場来遊率が全国的に見て大きく減つたため資源量に変りがないのに漁獲量が激減したものと仮定すると，後年に来遊率の変動で逆に漁獲量が激増することが起るわけであるが，1945年に最低に落ちた漁獲量にはその様な形跡が現在に至るまで全くない。また，マイワシ回遊の可能性のあるサガレン島海域へも 1942 年以後姿を見せず，1949年に至つてサガレン南部地方西岸，アニワ湾及び南部千島附近に僅かに現われ初め，1954年にはサガレン沿岸に相当多量に漁獲された[13]という。これらの方面の漁獲量は第1表によつてうかがわれる様に，極東水域のマイワシの全漁獲量の中5%程度に過ぎないが，日本内地及び朝鮮のマイワシと時を同じうして激減していることは，その激減の原因が，日本海方面では，漁場への来遊率がへつたためとは考えられぬ事を示している。また太平洋方面に於ても，はるか沖合に回遊して，漁場への来遊率が激減したとすれば，沖合遠洋漁業の漁獲物や胃内容物にマイワシが激増した実例が多く見られるはずであるが，その様な報告も見当らない。双方を考え合せて全国的に見た場合，来遊率の激減はまず考えられぬのである*。

以上漁獲率に影響する諸要因を総合考慮して，第1図に示す様な漁獲率の系列，9種を仮定することにした。取扱う期間は変動の烈しいところを中心とする，1933—47年間とし，この間，漁獲率を一定とした場合を3通り（0.3, 0.4, 0.5）扱う。次に太平洋戦争が起つた 1941 年またはその翌年から漁獲率が低下し，1945年の終戦時には 1/2 乃至 1/4 までになり，1947年まで続いた場合を6通りとする。

最後に，α の値をどの様にきめるかの問題であるが，マイワシの漁期はところにより年令により異なるのでこれを定めることは困難であるが，全国的には漁期が周年にわたり，月々の変動も年によつて異なるので，年内で平均して考え，α は年によつてあまり変らぬとして，1/2 程度と仮定することにしたが，αF_i が1に対する補正項であつて，α の値の誤差は実質的に小さいと思われる。

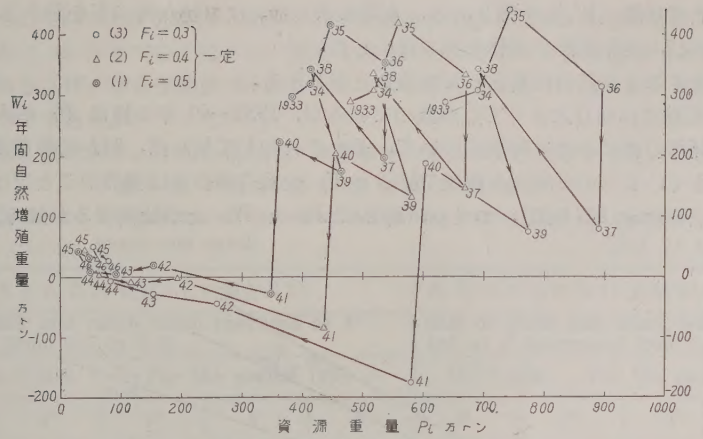


第 1 図　計算に用いた漁獲率の系列
Fig. 1. Series of rate of exploitation assumed for computation.
i……Year, F……Rate of exploitation assumed.

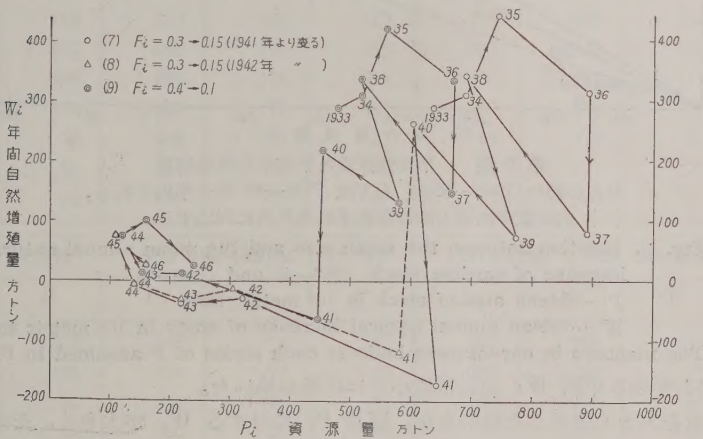
V. 計 算 の 結 果

前2章に述べた方法と資料を使つて計算した結果，1933—46年間の年々の資源量（P_i）に対す

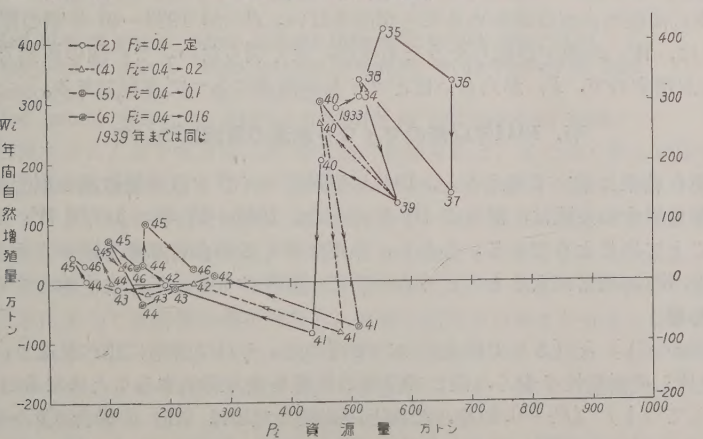
* 最近では吾が国のマイワシは0年魚1年魚の如き未成魚が漁獲の重要な対象であり，これらは親魚に比し生理的に不安定で，海況によつて魚群の集散に影響を受け易いと考えられる上に，主な漁場が九州より日本海西部という比較的せまい海域に限られているので，この方面の海況如何によつては，全国的にまとめて見ても，漁場来遊率に目立つた変動が起らぬとは限らず，注意を要すると思う。



第 2 図　マイワシ資源量と年自然増殖量（その 1）(1933—46)



第 3 図　マイワシ資源量と年自然増殖量（その 2）



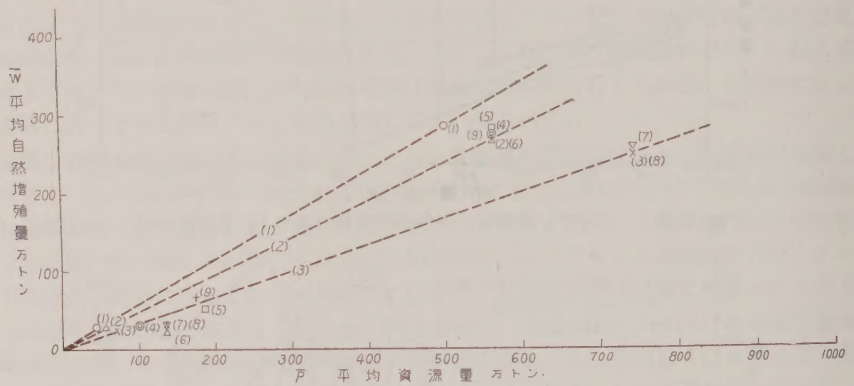
第 4 図　マイワシ資源量と年自然増殖量（その 3）

Figs. 2, 3 and 4. Relation between the size and the annual natural increase of sardine stock for different values of F, 1933—46.
P_i……Size of stock in 10^4 metric tons. W_i……Annual natural increase. These numbers in parentheses in the legend correspond to each series of F assumed in Fig. 1. The number at each point indicates year.

る各年間の自然増殖量（W_i）を第2，3，4図に示した。なお各点毎に年を記入し，これを矢印のついた線で結び，逐年変動の過程が判る様にした。

これらを通覧すると共通の性質として次のことがわかる。

i）W_i の変動はかなり大きくて点が散つているが，1933—40 年の様に P_i の大きい時期と1943—46年の様に小さい時期について，それぞれ均して見れば，明かに前者の W_i ははるかに大きく，2つの平均点を直線で結ぶと F_i 一定の場合には当然のことではあろうがちようど原点を通る（第5図）。つまり，均せば P_i と W_i とが比例するが如く見える。



第 5 図　平均資源量と平均年自然増殖量
左方の群は 1944—46年，右方は 1933—40 年の平均である。
（ ）内の数字は第1図の漁獲率の各系列に対応する。

Fig. 5. Relation between the mean size and the mean annual natural increase of sardine stock, 1933—40 and 1944—46.
$\overline{P}$……Mean size of stock in 10^4 metric tons.
$\overline{W}$……Mean annual natural increase of stock in 10^4 metric tons.
The numbers in parentheses indicate each series of F assumed in Fig. 1.

ii）1941—43 年の3年間 W_i の異常に小さい状態が続いた。

iii）F_i の値を大きく仮定した時の方が，同じ P_i に対する W_i が大きく，その変動は少く見積られる。また，ii）に述べた異常性は F_i が 0.5 より大きければ薄い。

iv）$P_i \sim W_i$ 曲線の山型は確かめることが出来ない。P_i が 1933—40 年頃の程度より増加した時には，W_i の減少が起りそうであるが，よく判らない。この図の範囲では P_i が増す程 W_i が増すので，P_i が大きいほどマイワシ漁業にとつて有利である。

VI. 1941年以降のマイワシ激減の原因について

前章までに得た結果に基いて考えると，1941年以降のマイワシ漁獲量激減の原因は資源量の減少によるが，資源量減少の主因は，前章の ii）に述べた，1941—43 年の3年間 W_i の異常に小さい状態が続いたことにあるようである。しかし，漁獲は多くの場合資源量を減少させるものであるから，その影響が W_i の異常によるものとくらべてどの程度のものかを，まず検討する必要がある。

1）漁獲の影響

検討は第1図の（1）と（3）の場合について行つた。それは前章に述べた通り，F_i を大きく仮定した方が W_i の異常性を少く，従つて漁獲の影響を強く評価することになるので，F_i の最も大きい場合として（1）（$F_i=0.5$）を，それとの比較のために（3）の場合（$F_i=0.3$）を採つたのである。（1）の場合が実際に近いというわけではなく，極端な場合を見るためである。計算の式は（4）式を変形した

$$P'_{i+1}=P'_i-Y'_i+W_i(1-1/2\,F'_i) \qquad (6)$$

を使つた。ここで ′ のついたのは漁獲を制限した場合の値で，計算は，思い切つて F_i を半分に

へらした場合について行つた。時期は 1938 年のまだ豊漁の頃から 1945 年までと，不漁になりかかつた 1941 年から 45 年までの2通りで，結局4通りについて年々の資源量(P')と漁獲量 (Y') を計算したのである。W_i の値は前章 i) のことから各年それぞれに W_i が P'_i に比例するとして，第2図を使つて求めた。

以上の結果を第4表に示す。これを見れば，漁獲率を一挙に半分に制限すると，当然のことながら

第 4 表　漁獲制限の効果の見積り　　単位万屯

Table 4. Estimation of the effect of fishing restriction on the size of stock and catch.　　Unit 10^4 metric tons

F_i を 0.5 から 0.25 に減らした場合 (1) Size of stock and catch when operated at F decreased from 0.5 to 0.25					F_i を 0.3 から 0.15 に減らした場合(2) Size of stock and catch when operated at F decreased from 0.3 to 0.15			
a) 1938 年以降		For the period 1938—45			1938年以降		For the period 1938—45	
年　次	P	P'	Y	Y'	P	P'	Y	Y'
1938	414	414	207	104	690	690	207	104
1939	464	610	232	153	773	903	232	136
1940	362	656	181	163	603	847	181	127
1941	348	842	174	211	580	961	174	145
1942	154	563	77	141	257	546	77	82
1943	92	484	46	121	153	375	46	56
1944	50	379	25	95	83	259	25	39
1945	32	339	16	85	53	199	16	30
b) 1941 年以降		For the period 1941—45			1941年以降		For the period 1941—45	
年　次	P	P'	Y	Y'	P	P'	Y	Y'
1941	348	348	174	87	580	580	174	87
1942	154	237	77	59	257	330	77	50
1943	92	204	46	51	153	224	46	34
1944	50	160	25	40	83	153	25	23
1945	32	141	16	35	53	124	16	19

P Estimated size of stock, when fishing intensity is not restricted.
P' Estimated size of stock, when fishing intensity is decreased by half.
Y Actual catch of sardine in the Far East.
Y' Estimatsd catch, when the fishing intensity is decreased by half.

ら資源量は相当回復することが予想され，F を大きく見積るほど，また早くから制限する程効果が著しいが，最も効果が大きい（1）の a) 場合でも，1941 年を最高として，45 年までに漁獲量が4割とまで下つている。他の場合に制限の効果が一層少いのは同表に明かである。これらの事は漁獲に比して，自然の要因の影響が如何に大であつたかを物語るものと言えよう。

近年のマイワシ年令組成調査の結果[15]では親魚の生残率 (S) は 1949—51 年間でほぼ 0.5 程度と見られるが，近年に至つて魚群探知機が普及し，漁場の範囲が当時よりせまくなつたことを考え合せると，当時にこれが 0.5 より小さかつたとは考えられぬ。1938 年度について田内の計算した生残率が 0.65 であつたこともそれを裏書する。しかも $S=1-F-M$ ，であるから $F<1-S$ で，当時の F は大きく見積つても 0.5 より小さかつたと見られる。

従つて，1941 年以降のマイワシ漁獲量激減の主因は漁獲が強過ぎたためではなく，1941—43 年間に引続き自然増殖量が異常に小さかつたことにあると考えられる。ただし，当時に漁獲を大幅に制限したならば，資源量激減の程度を和らげ得たと思われるが，効果は著しくなかつたであろう。

2)　自然増殖量の激減の原因

自然増殖量（W_i）には成長及び加入による増加と親魚の自然死亡による減少が含まれるが，これらの中 W_i の異常な減少をもたらすものは何であろうか。まず総成長量は1尾当りの成長量に資源尾数をかけたもので，1尾当りの成長量は資源量があまり多くなると，餌料の配分量がへつたり，集団効果，密度効果が利いて少くなるが，W_i の異常に小さかつた3年間には特に資源量が多かつたわけではないので，この様なことは考え難い。また餌料の総量がこの時代に異常に少かつたとすれば，成長量の減少を見るわけであるが，マイワシと食性の似た他魚種に資源量の異常な減少が認められないことから，その様には想像し難い。また，中井の測定[43]によると，この頃はむしろ1尾当りの成長量は増したという。最後に，成長量は年令によつて異なり，尾数と1尾当り年間成長量とを併せて見ると重要な特定の年令があつて，その尾数が何かの都合で非常に少いと，全体から見た時の増殖量が小さくなるわけで，その尾数の減少がひどければ全増殖量の激減が可能である。このことは或る年級が非常に少いことによるもので，1尾当り成長量の変動によるものではない。年級変動，すなわち加入量の変動に帰せられるものである。

加入量は毎年新たに漁獲資源に加わる若年魚の資源量をいうが，マイワシの場合にはシラス時代からすでに獲られているので，どの時期の量を言うべきかきまつていない。ここでは，シラス時代はまだ自然死亡率が大きいので，成長してそれが小さくなり，漁獲の対象として重要な中羽時代（0年魚）の初めの頃の数量を言うことにする。さてマイワシ加入量の増減はその年の0年魚のの増減のみでなく，その年級の増減であつて，後年の資源量にも毎年影響するものである。しかも，卵より稚魚に至る期間には自然死亡率が極めて高く，その上親魚の生息範囲にくらべて，産卵場や初期の稚仔魚の成育場がかなり局限されているので，環境の変動も平均して大きくなり，自然死亡率の変動から加入量の変動へとそれが響いて来易いのである。従つて加入量の過少に起因して資源量の激減が起る可能性は多いわけである。

親魚の自然死亡量に影響する主なものは物理的化学的及び生物的環境である。マイワシは日本沿岸の至る所に存在しており，1941—43年の3年間にわたつて，マイワシ親魚の大量死亡を起す様な異常な環境にあつたとすると，当然他の生物にも相当な影響があり，漁獲量の増減にそれが現われそうであるが，その様なはつきりした資料もないので，その可能性は少いであろう。また生物的環境要因の中，餌料の点は，物理的化学的要因で述べたと同様で，その異常な減少という事態が3年間も続いて起れば，マイワシと同様プランクトンを餌料とする他の生物にも当然同様な影響があつたはずであるが，その様な資料は見当らない。次にマイワシを捕食する生物が激増すれば，マイワシ親魚の大量死亡が起るが，この様な生物は多種にわたり，それが全体としてその期間に激増したとは農林統計の漁獲量その他を調べて見ても想像し難い。ただ農林統計によると，アジ類の1940—45年間の漁獲量がその前後に比べて，平均2倍となつていることと，沿岸のマグロ（クロマグロ）のそれが 1940—43 年間にその前数年の5割増となつていることがわかるが，この何れもマイワシを捕食するので，影響がありそうである。しかし影響の程度となると，アジ類の漁獲量は高々2,000万貫位，クロマグロは多くとも1,000万貫をあまり出ないので，その頃のマイワシがその計の 10 倍以上も獲られていた事などを考えれば，アジ類とクロマグロの資源量がたとえ2倍以上となつたとしても，平常に於て，多種の生物によつてマイワシが捕食される量のうち，アジとクロマグロによるものの割合が特に大きいという資料もないので，それがマイワシ親魚の自然死亡量を激増させた主因であるとするのは無理の様である。

以上を総合すると，当時のマイワシ自然増殖量の激減の主な原因は加入量の激減に基くものと言えるようである。

Ⅶ. マイワシを激減させた年級

前章で 1941—43 年の3年間の自然増殖量の過少が当時のマイワシ激減の主因であり，その自然増殖量の過少は主として過少年級によつて起つたと推定したが，ここでその様な年級は何年であつたかを考えて見る。

この様な問題は，年令組成が当時毎年組織的に調査されておれば容易にわかることであるが，その様な資料はなく，僅かに海洋図（農林省水産試験場発行）に魚体の大小または体重を併記した漁獲量が豊富に発表された 1938 年度についてのみ，前記の様に田内[14]が計算，推定したものがあるに過ぎない。しかし，その漁獲尾数の年令別組成がほぼ規則的になつていることから，0年1年魚は別として，ほぼ各年の平均的なものを示しているのではないかと思う。事実北鮮においては田内の求めたものとほぼ同様な傾向を示し，その頃までの年令組成は毎年大体変りがなかつたということである*。そこでこの年令組成を拠り所として，少しく面倒な推論を進める。

田内の示した 1938 年の地域別漁獲尾数組成と年令別平均体重（0年魚—9gr，Ⅰ—25gr，Ⅱ—41gr，Ⅲ—57gr，Ⅳ—70gr，Ⅴ+—80gr と概算する）とから，地域別漁獲重量組成を計算すると（第5表），内地では2，1年魚，北鮮では3，4年魚，全国では2，3，4，1年の順に多いこと

第 5 表　1938 年度マイワシ年令別地域別漁獲重量組成　　単位万屯

Table 5. Weight Composition of sardine catch by age and region, 1938.　Unit 10^4 metric tons

年令(1) / 地域(2)	0	1	2	3	4	5+	計(9)
朝鮮，慶北，慶南，全南 九州，熊本，長崎，佐賀(3)	5.00	4.53	13.70	2.62	3.43	2.00	31.28
太平洋，千葉—鹿児島(4)	3.07	18.63	5.74	1.94	0	0	29.38
茨城—青森，北海道(5)	0	11.40	23.60	8.10	4.62	0.80	48.52
日本海，福岡—秋田(6)	—	0.75	4.30	2.85	4.69	3.04	15.63
小　計(8)	8.07	35.31	47.34	15.51	12.74	5.84	124.81
朝鮮，咸北，咸南，江原(7)	—	0.83	11.52	39.50	29.60	7.20	88.65
計 (9)	8.07	36.14	58.86	55.01	42.34	13.04	213.46

(1) Age　(2) Region
(3) Korea—Keisho-north, Keisho-south, Zenra-south
Kyushu—Kumamoto, Nagasaki, Saga
(4) Pacific Coast—Chiba—Kagoshima
(5) Pacific Coast—Ibaraki—Aomori. Hokkaido
(6) Japan Sea Coast—Fukuoka—Akita
(7) Korea—Kankyo-north, Kankyo-South, Kogen
(8) Subtotal　(9) Total

がわかる。ただし，W_i は漁獲がない場合について比較する必要があるので，この資料からその様な場合の資源の重量組成を推測して見る。もちろん，それは漁獲率（F_i）の評価によつて異るはずであるが，第5表の全国の年令別漁獲重量が資源の重量組成にほぼ比例すると見て，これから2年→3年，3年→4年，4年→5年の比をとるとそれぞれ，0.94，0.77，0.31 となるので，当時2年魚の F_i が $1-0.94=0.06$ 程度より大きければ，また3年魚の F_i が $1-0.77=0.23$ 程度より大きければ，それぞれ，漁獲が行われなかつた場合に自然死亡率や成長率に変りがないとして，3年魚の総重量は2年魚より，4年魚のそれは3年魚より大体大きかつたであろう。4年魚の F_i が $1-0.31=0.69$ より大きくないことは先に推論した通りであるから，5年魚の総重量は4年魚より小さかつたろうと思われる。しかし，0.23より大きいことはありそうであり，0,06よりは確かに大きかろうから，漁獲が行われない場合の重量組成は，3，4年魚が最大で，2年がこれにつぐと見てよかろう。これより少い1年魚と5年魚の大小はわからないが，0年魚は更にそれより小さそうである。

さて，北鮮における漁獲量の減少は第1表に見られる様に，1941—42年に特に著しいが，これは1942年には主力の3，4年魚，すなわち 1938，39 年級，その中でも 1939 年級が非常に少かつたためと解釈出来る。全国的に見ると，漁獲がないとして総資源重量の最も増す年令は1→2年及び2→3年で，0→1年は少し疑わしいがこれに匹敵するのではないかと見られるから，W_i の最も

* 中井甚二郎技官の教示による。

少い 1941 年には，1，2年魚が非常に少く，また0年魚も少かつたものと考えられるが，これはちようど 1940，39 及び 41 年級に当る。また 42，43 年の W_i も 41 年に次いで少いが，これから1939—40年級に加えて 41—42 年級も少かつたと想像出来る。

1943年以降，北鮮では全くマイワシの影を見なくなつたが，これは更に 1940 年級が少かつたことを意味するであろうし，1941年級もそうではなかつたかと想像させる。また，田内の計算した 1938 年の 1 年魚尾数を見ると，0 年魚が 89.6 億尾，1 年魚が 144.5，2 年魚が 143.6 であるが，近年の 1949—53 年の平均でこれがそれぞれ，0年（シラスを除く）—219.4 億尾，1年—10.4，2年—4.6 であることにくらべると，前者の0年魚の尾数のあまり少いのに驚く。これは漁獲率の0年魚に対する著しい強度が，生存率の高いことにもよろうが，1938年級の過少によるものと言えなくはない。

これを要するに，1938—41年級が何らかの原因で異常に少かつたと見れば，全国的な自然増殖量の過少及び北鮮における漁獲量の激減を無理なく解釈出来るようである。

更に，第2，3，4図を見ると，自然増殖率が半減化したのは 1944 年かららしいので，1942或は 43 年頃から稚魚の歩留りが半減にもどり初めたのではあるまいか*。そうすれば 1942—44 年に九州方面で大羽の割合が減つていつたという事実[2] に対し，1941年以前の年級は過少で，これがその頃の大羽に当り，1942年以降は稚魚の歩留りがよくなつて，これがその頃の小羽に当るわけで，上述の推論がそのまま無理のない説明となつているようである。従つて，これらの年には獲り過ぎのために生残率が小さくなつて大羽がへつたのではないと言い得るのである。

Ⅷ. 結びと要約

1. 水産資源について資源量と自然増殖量との関係を求めることの意義を論じ，次に年々の漁獲量，漁獲率及び漁況によりこれを概算する次式を導いた。

$$P_i = \frac{Y_i}{F_i}$$

$$W_i = \left(\frac{Y_{i+1}}{F_{i+1}} - \frac{Y_i}{F_i} + Y_i\right) \Big/ (1-\alpha F_i)$$

ここに

P_i	第 i 年の初めの資源重量	
W_i	第 i 年の年間自然増殖量	
Y_i	〃	年間漁獲重量
F_i	〃	漁獲率
α	係数	$(0 \leqq \alpha \leqq k \fallingdotseq 1)$

2. 上式を使つて，1933—47 年間の極東水域のマイワシ資源について，P と W の関係を求めた。この場合漁獲率（F）については，それに関与する諸要因を資料によつて吟味して，9 通りの系列を仮定した（第1図）。その結果を概括すると次の通りである（第2，3，4図）。

i) 資源量（P）に対する自然増殖量（W）の変動はかなり大きいが，1933—40 年（P の多い時期）と 1943—46（P の少い時期）のものは何れも異常な変動ではなさそうであつて，それぞれの時期の平均点をとれば，P と W はほぼ比例する様に見える（第5図）。

ii) 上の2つの時期にはさまれた 1941—43 年の3年間は異常と見られ，Wの甚しく小さい状態が続いた。

iii) 漁獲率（F）を大きく仮定した時の方が同じ P に対する W が大きく，その変動は少く見積られる。そして ii) に述べた異常性はもし F が 0.5 より大きければ薄らぐ。

---

* 故福与多喜千氏の筆者宛書簡によれば，銚子方面において1943年は統数は少いのにかかわらず，マイワシサバの豊漁の年であり，加工業者が受入れを中止したほどであつたという。マイワシは1年魚が主であつたことから，この事実は 1942，3 年頃に稚魚の歩留りが好転したとの推論を力づけるものとも言えよう。

3. 当時に漁獲制限をしたと仮定した場合の効果を見積るために，上の結果を使つて，F を半減させた時の漁獲量を推算した。その結果相応の効果はあるが，当時の3年間に W を激減させた自然の要因が強過ぎるので，その効果はかなり低く評価されることがわかつた(第4表)。

4. 自然増殖に関与する成長，加入及び親魚の自然死亡の3要因について，1941—43年間（異常期）に焦点を置いて，漁獲統計資料と生物学的知見に基いてそれぞれ吟味し，W の異常な減少を起した主な原因は加入量の過少であると推定した。

5. 最後に，1938年度の年令組成の資料（田内）等を拠り所として，資源重量組成（第5表）等を推定し，近年の年令組成と対比し，また北鮮の資料（中井）をも併せ考えた結果，加入量の極めて少かつた年級は 1938—41 年であつたと推論した。

これを要するに，1941年以降日本周辺のマイワシ漁獲量の激減（第1表）の主な原因は，1938—41年級の加入量が引続いて極めて少なかつたことによる資源量の激減であろう。そして，漁獲，食害による親魚の自然死亡及び来遊率の減少は多かれ少かれこれに与つていようが，主な原因とは言い難い。

これらの過少年級を生じた原因は環境要因によつて稚仔魚の歩留りが異常に悪かつたことであるが，その様な異常環境要因が何であつたかは，稿をあらためて論じたいと思う。

終りにのぞみ，種々貴重な御教示を頂いた当所中井甚二郎技官，及び懇篤な御教示を賜わつた田内森三郎博士に対して深く謝意を表する。

文　献

1) 田内森三郎：イワシ研究隣組報告，(1943)，(筆者未見)
2) 〃　：〝水産と物理〟，霞ケ関書房，東京，25—31，(1949)．
3) 相川広秋，木村喜之助，中井甚二郎：科学技術審議会第7部会専門部会議事録，(1943)．(筆者未見)
4) 中井甚二郎：鰯はなぜ漁れない，水産季刊，第2輯，大日本水産会刊，92—101，(1949)．
5) 相川広秋：日本の水産資源，農学，**3**（8），450，(1949)．
6) 〃　：漁業生産量変動の分析，科学，**27**（5），21，(1957)．
7) 木村喜之助：現下漁業不振の対策，其一マイワシの不漁について，水産季刊，第2輯，大日本水産会刊，86—88，(1949)．
8) TANAKA, Syoichi : Relation between BARANOV'S Mathematical Model and Sigmoid Curve, *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* **23** (1), 12—18, (1957).
9) 栗田　晋，田中千代子：マイワシ及びカタクチ経年漁獲量の推算，日水会誌，**22**(6)，338—347，(1956)．
10) 福与多喜千：銚子の鰯漁業記（代謄写），銚子，98，(1947)．
11) 中井甚二郎：朝鮮マイワシ資源の将来を予測する為の二三の資料，水産研究誌，**34**（4），(1939)．
12) 伊東祐方，山口和春，伊藤勝千代：日本海北部における河游性魚類の資源調査，第1報，日水研報告，1, 1—36，(1951)．
13) BOGHAEVSKII, V. T.：サガレン島海域に於ける太平洋産イワシについて，露語文献飜訳，第14号，ソ漁業研究会（北水研内），(1956)．(プリント)
14) 田内森三郎：マイワシの stock に就て，日水会誌，**10**（5），216—220，(1942)．
15) 中井甚二郎他4名：昭和 24—26 年イワシ資源協同研究経過報告，東海区水産研究所，65—66，(1955)．

Causes Affecting the Size of Sardine Stock in the Waters off Japan and Adjacent Regions
——With Particular Reference to the Catch Declining Since 1941——

Susumu KURITA

Synopsis

1. Few attempts have been made so far to compute the relation between the size

and the annual natural increase of fish stock because of difficulties discussed here. In this paper the relationship has been calculated on the basis of data including catch, rate of exploitation and some other fishing conditions, by means of the following equations.

$$P_i \quad Y_i/F_i$$

$$W_i \quad \left(\frac{Y_{i+1}}{F_{i+1}} - \frac{Y_i}{F_i} + Y_i\right) \Big/ (1-\alpha F_i)$$

where

P_i ……Total weight of fish stock at the beginning of i—th year
W_i …… Annual natural increase during i—th year
Y_i …… Annual catch
F_i ……Rate of exploitation
α……Coefficient ($0 \leqq \alpha \leqq k \fallingdotseq 1$).

2. By use of the above equations, P and W of the sardine stock in the waters off Japan and adjacent regions have been computed for each year during 1933—47 (Table 1 and 2). As the rate of exploitation, F, could not be determined, nine series of F have been assumed by examining actual data of factors influencing the value of F (Fig. 1). The results of computation may be summarized as follows.

i) Though the fluctuation of natural increase is considerably large during the period under study, those in the years of 1933—40 when P was large and those in 1943—46 when P was small do not seem abnormal (Figs. 2—4). The average value of natural increase in these subperiods may be nearly proportional to the average value of the size of stock (Fig. 5).

ii) For the 1941 -43 seasons the value of W is thought to be abnormally small.

iii) When F is assumed large, W for a certain value of P is estimated larger, and the fluctuation of W smaller, than otherwise. Then the abnormality pointed out in the above paragraph may be overshadowed, if F is larger than 0.5.

3. In an attempt to estimate the effect of fishing restriction, the catch has been calculated for the case when F is decreased by half, making use of the preceding results. The estimated effect was pretty low, though appreciable, probably because of natural cause which made W extremely small during 1941—43 (Table 4).

4. Examination based on landing statistics and biological knowledge of the sardine and other fishes revealed that scarcity of the recruitment was more responsible than growth or natural death of the adult for rendering the natural increase abnormally small during 1941—43.

5. In Table 5 the weight composition in 1938 has been prepared on the basis of age composition estimated by Tauti. Comparisons between this composition in 1938 and biological information in North Korean waters given by Nakai have made it possible to infer that the stock having very small recruitment were the 1938—41 year classes.

In conclusion it has been postulated that the depletion of sardine catch off Japan and adjacent regions since 1941 is mainly ascribed to an abrupt decrease in the size of stock owing to successive scarcity of the recruitment during 1938—41. The other factors such as the fishing, predatory death of the adult, and diminution of availability, though they might have affected the size of stock to some extent, are not thought to constitute the main cause.

Homing Tendency of the Bachelor Seals to Their Native Rookeries*

Fukuzo Nagasaki and Koji Matsumoto

Introduction

To prove a general belief that fur seals have a strong homing tendency to their native islands or rookeries, many experiments have been carried out since 1870 when Charles Bryant clipped the ears of 200 seal pups on St. Paul Island, Pribilof. In the review of the results of seal tagging experiments, Sheffer[1] (1950) ascertained a fairly strong homing tendency of seals, particularly of older ages, to their native rookeries. No numerical consideration, however, has been given in the study of this subject so far. The present report tries to outline in a numerical light the so-called "homing tendency" of the bachelor seals, on the basis of the tag recovery data from the commercial kill. The result, therefore, is rather confined to the bachelor seals called "group three" comprising 3 and 4 years old males.

Materials

The original data on which this report is based are obtained from a paper by Kenyon et al[2] (1954) which considers the result from the 1947 tagging experiment applied to pups on St. Paul Island and recovered from the 1950 and the 1951 commercial kills. The number of tags applied in 1947 and the accumulated catch from that year class in the 1950 and the 1951 sealing seasons are given in Table I, together with the number of tags recovered by rookery.

As there are, in addition to the Pribilof, two more breeding islands of fur seal: the Commander and the Robben, the dispersion of seals from and to the Pribilof should be taken into consideration. Unfortunately, however, no biological or statistical information on these two islands is now available at all. Considering the great dominancy of the Pribilof herd in number in contrast with the Commander herd that has a sparse population when compared to that in the earlier days, the dispersion, if any, from and to the Pribilofs may not be in a significant extent. The 1947 tagging was conducted at five major rookeries on St. Paul Island but not on St. George Island, the other island of the Pribilof. Despite that one-fifth of the total kill in 1950 and 1951 was yielded on St. George, the number of recovered tags for both years combined amounts to only 48 on St. George while 2,951 on St. Paul. These facts may suggest that the numerical interchange of seals between the two islands is as little as it may be negligible, at least, for this study.

Relation between the estimated number of pups when tagged and the number of the kill on each rookery

* Received September 13, 1957. Contribution A. No. 58 from the Tokai Resional Fisheries Research Laboratory.

The number of pups on each rookery was estimated by Kenyon et al[2] (1954), on

Table 1. Number of tags applied in 1947 and the accumlated catch from the 1947 year class for the 1950 and the 1951 killing seasons together with the number of tags recovered

Rookery of tagging	Rookery of recovery						Number of tags applied	Accumulated Catch
	N.E.P	Polovina	Reef	Tolstoi	Zapadni	Total		
N.E.P.	420	34	3	6	18	481	5,557	17,949
Polovina	88	280	6	5	10	389	5,040	8,373
Reef	67	23	127	36	92	355	3,214	7,423
Tolstoi	18	6	5	33	30	92	876	6,303
Zapadni	57	30	6	19	279	391	4,496	11,315
Total	650	383	147	99	429	1,708	19,183	51,355

the basis of the same data as in the present report. Bacause of the deficiency in their estimation, the following equation is applied for the calculation.

$$n_i = \sum_{j=1}^{5} \frac{S_{ij}}{t_j} N_j$$

where

n_i: the number of the kill on rookery i,

S_{ij}: the number of recovered tags on rookery i that had been applied on rookery j,

N_j: the number of pups when tagged on rookery j,

t_j: the number of pups tagged on rookery j with originally had a population N_j.

In this calculation, the composite figures of the 1950 and the 1951 returns are used for a higer accuracy. The number of pups thus calculated by rookery is reduced by 0.7375, the factor given by Kenyon et al, for the deliberate killing for tagged animals and for killing tag-lost ones. The adjusted estimation is given below together with that by Kenyon et al (Table Ⅱ).

Table 2. The estimated number of pups having been born in 1947

	Name of rookery					
	N.E.P	Polovina	Reef	Tolstoi	Zapadni	Total
Estimation by Authors	100,000	64,000	123,000	79,000	7,000	393,000
Estimation by Kenyon	153,000	85,000	29,000	29,000	98,000	394,000

To examine the reliability of this estimation, the following four items should be checked.

(1) The accuracy in the estimation of age compositon of the kill : Since the estimation is based on the random samples of one-twentieth of the kill (one sample from every twenty seals killed), the estimated composition may be considered quite accurate.

(2) Comprise of the immigrated seals in the kill from other breeding sites than those on St. Paul :

As mentioned before, the dispersion from and to St. George may be negligible.

(3) Correction for the deliberate kill for tagged animals and the tag-lost ones: Correction has been made by the factor as remarked above.

(4) Difference in the mortality between tagged and untagged seal : In the case of fur seal, scar by tagging or clipping is not so serious as to cause a higher mortality.

At every rookery, the commercial kill had been conducted in such a way as it allowed a constant fraction of the bachelors to remain as escapement. Consequently, the total number of seals yielded on a rookery is a good numerical index of the total bachelors landed there through a season.

Comparing the estimated strength of pups when tagged on a rookery with kills representing the relative number of bachelors landed there three and four years later, one may notice that the number of bachelors is extremely few on Reef rookery, but the largest on St. Paul, where pups were most abundantly produced. In contrast, apparently reverse is the situation on Zapadni rookery. This suggests that the capacity of a rookery serving as a harem ground is different from when serving as a bachelor ground. For instance, Reef rookery has a larger accomodation capacity for harem than for bachelor.

Emigration from one rookery to another

The constant fraction of the landed seals being killed at any rookery, the rate of emigration of seals, P_{ij}, to a rookery i from the birth rookery j is given by

$$P_{ij} = \frac{S_{ij}}{\sum_{i=1}^{5} S_{ij}}$$

The results obtained in Table III reveals that seals born in a given rookery not only come back to their native rookery but also proceed to any other rookery over the island. Without exception, however, the return to their native sites is of the highest, that is over 70 percent in N.E.P., Polovina and Zapadini, while less than 40 persent made the appearance at Reef and Tolstoi. It is noticed from Table III that the lower percentage of return to their native rookery in either Reef or Tolstoi is mainly due to the greater

Table 3. Emmigration from one rookery to another in term of percentage

Rookery of birth	Rookery of kill					
	N.E.P	Polovina	Reef	Tolstoi	Zapadni	Total
N.E.P	87.3 (34.9)	7.1	0.6	1.2	3.8	100.0
Polovina	22.6	72.0 (16.3)	1.5	1.3	2.6	100.0
Reef	18.9	9.3	35.8 (14.5)	10.1	25.9	100.0
Tolstoi	19.6	6.5	5.4	35.9 (12.3)	32.6	100.0
Zapadni	14.6	7.7	1.5	4.9	71.3 (22.0)	100.0

extent of emigration from there to Zapadni (25.9% and 32.6% from Reef and Tolstoi respectively). On the other hand, the immigrants to the foregoing rookeries from others are very few. These are the indicates that the capacity of either Reef or Tolstoi as a bachelor ground is not so sufficient as the capacity of a harem ground measured by the number of pups born there, yet the seals would show a remarkable homing tendency to these fwo rookeries. By the same reason, the values in the table do not suggest a higher homing tendecy in N.E.P., Polovina or Zapadni than that in Reef or Tolstoi. The numerals in parenthesis show the expected percentage in the case if they had returned at random pattern. Comparison between the observation and expectation

when returned at random clearly indicates a fairly strong homing tendency to their native rookeries. Relative values of the figures in the longitudinal procession of Table Ⅲ, are expressed in term of percentage, in Table Ⅳ which shows more clearly a picture of emigration situation. If their return had been at random with no homing tendency, all values given in Table Ⅳ shoud have been just 20 percent. From this table, a fairly strong homing proneness is apparently recognized even in either Reef or Tolstoi.

Table 4.

Rookery of birth	Rookery of kill				
	N.E.P.	Polovina	Reef	Tolstoi	Zapadni
N.E.P	52.7	7.0	1.3	2.3	2.7
Polovina	13.8	71.8	3.2	2.3	1.9
Reef	12.7	7.1	81.2	20.6	20.6
Tolstoi	11.9	6.5	11.2	65.9	23.5
Zapadni	8.9	7.6	3.1	8.9	51.4
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Immigration to one rookery from another

Let P'_{ij} represent the rate of the bachelor seals having been born in rookery j to those landed on rookery i, then

$$P'_{ij} = \frac{N_j}{t_j} \cdot \frac{S_{ij}}{n_i}$$

The results are given in Table Ⅴ. At every rookery except the native one, the largest immigration expressed in term of percentage comes from Reef. A larger immigration from Tolstoi is also observed. In contrast, those having immigrated from Zapadni is the most minor in extent. In Zapadni, the number of immigrants from either Reef or Tolstoi rookery is larger than those from the native one. Again, this indicates, as metioned above, that either Reef or Tolstoi has a higher capacity as a harem ground than as a bachelor ground and that Zapadni vice versa. In any case, however, it is clearly pointed out that bachelor fur seals have the strong homing tendency to their native rookeries.

Table 5. Immigration to one rookery from another in term of percentage

Rookery of birth	Rookery of kill				
	N.E.P.	Polovina	Reef	Tolstoi	Zapadni
N.E.P.	57.3	9.9	1.0	2.3	3.9
Polovina	8.5	58.0	1.4	1.4	1.5
Reef	19.4	20.4	88.7	29.6	42.1
Tolstoi	12.3	8.8	8·3	64.3	32.6
Zapadni	2.5	2.9	0.6	2.4	19.9
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Consideration

Of three tendencies apparently noticed in landing of the bachelor seals to the native site. As is evident in Table Ⅲ, the superiority of the observed rates of return to the native rookery to those at radom return clearly reveals this tendency. Another tendency is that the animals land on a more favourable ground. This is suggested by fewer

immigration to either Reef or Tolstoi in spite of greater emigration from there. Whereas, greater immigrants either to Zapadni or N. E. P. are from Reef or Tolstoi. As a bechelor ground is generally formed in the margin of a harem ground, the extent available to bachelors in either Reef or Tolstoi rookery is rather limited by the geographical position. On the other hand, N. E. P. and Zapadni provide extendible marginal areas around the harem grounds. The most minor tendency is to disperse and return at random pattern. This is indicated by the fact that seals having been born in N. E. P. or Zapadni could be found even on Reef or Tolstoi, although the number of such seals was not many.

References

1) Scheffer V.B. : Experiments in the marking of seals and sea-lions. *U.S. Department of the Interior Special Scientific Report Wildlife,* **4** (1950).

2) Kenyon K.W., V. B. Scheffer and D. G. Chapman : A population study of the Alaska furse al herd. *U.S. Department of the Interior Special Scientific Report Wildlife,* **12** (1954).

オツトセイの回帰性について

長崎福三・松本考示

要　　約

北太平洋のオツトセイはかなり強い回帰習性を持つていると云われている。この問題を量的に解析するために先づ 1947 年プリビロフのセント・ポール島で行われた標識試験の結果に基いて彼等の回帰状態を考察してみた。標識の回収は 3～4 年後の商業捕獲によつて行われたから，考察の対象も 3～4 才の雄に限られる。先づ回収結果から 1947 年に標識が行われた当時の仔獣数を各ルツケリー毎に推定した。この結果は嘗てケニオン等が同一資料を用いて計算した結果と甚だしく相違している。3～4 年後に各ルツケリー毎に捕獲される独身獣の数はそのルツケリーに上陸した独身獣の数の相対的標示となるので，之等と推定仔獣数とを比較すると多数の仔獣を生産したルツケリーに必ずしも多数の独身獣が上陸するとは限らないことが指摘出来る。之等の事実を基にして独身獣の各ルツケリーへの上陸状況をみると二つの大きな傾向即ち回帰傾向と環境条件の良い所に行こうとする傾向が認められ，その他に一定の確率で交流する傾向つまり無作為に混り合う傾向が認められる。

ノリの成長に関する環境化学的研究—I
環境の反映として見たノリの無機成分の分析法について*

深井麟之助・塩川文子

1. 緒　　論

海藻生体中の無機成分については，今までに種々の観点から研究が行われ[1-8]，特に富士川及びその協同研究者等は[9]，〝アサクサノリ〟の無機成分の変化について詳細に研究している。しかし無機成分の消長とその環境の変化との関連については，未だ系統的な研究は見当らない。

著者等の研究室に於いては，ノリの成長に関連する化学的要因を，色々な角度から検討しているが，その一面として，著者等は，ノリの無機成分**の消長は，ノリの生理的な変化を通して，環境の積算的な変化を反映するものであろうという観点から，ノリ生体を系統的に一定条件のもとに採集し，その無機成分の時期的，地域的な消長を調査して，ノリの成長と化学的環境要因との関連を把握する端緒を得たいと考えた。

この調査を実施するに当つて，単に在来の分析法を同じ規模で適用した場合には，成分の変化を充分論じうる精度をうる為に，多量の試料を繰返し分析する必要があり，多数の試料を扱うには適当でない。したがつて，ここで採用すべき分析法は，なるべく少量の試料を用い，同一試料について多くの成分の定量が可能で，しかも精度が成分変化を論ずるに足るものでなければならない。著者等は，実際の調査に入る以前の予備的段階として，従来の各成分に対する分析法の規模を縮小し，系統的に組合わせて，多成分の定量可能な系統分析法を方式化し，その精度を吟味した。本報においては，その分析法の概略と，検討の結果を記述する。

ここで扱つた無機成分は，ノリ灰分中の主要成分を主とし，微量成分については別に検討する予定である。又ここで方式化した分析操作中には，イオン交換樹脂法・焔光光度法・放射性同位元素稀釈法等の導入によつて改良さるべき点があるが，これらの点は後にゆずり，一応暫定的に分析操作を定めた。本報ではこの分析操作にしたがつて，1956 年 12 月～1957 年 4 月に千葉地先及び東京地先で採集したノリ試料について分析した結果についても，若干の考察を行つた。

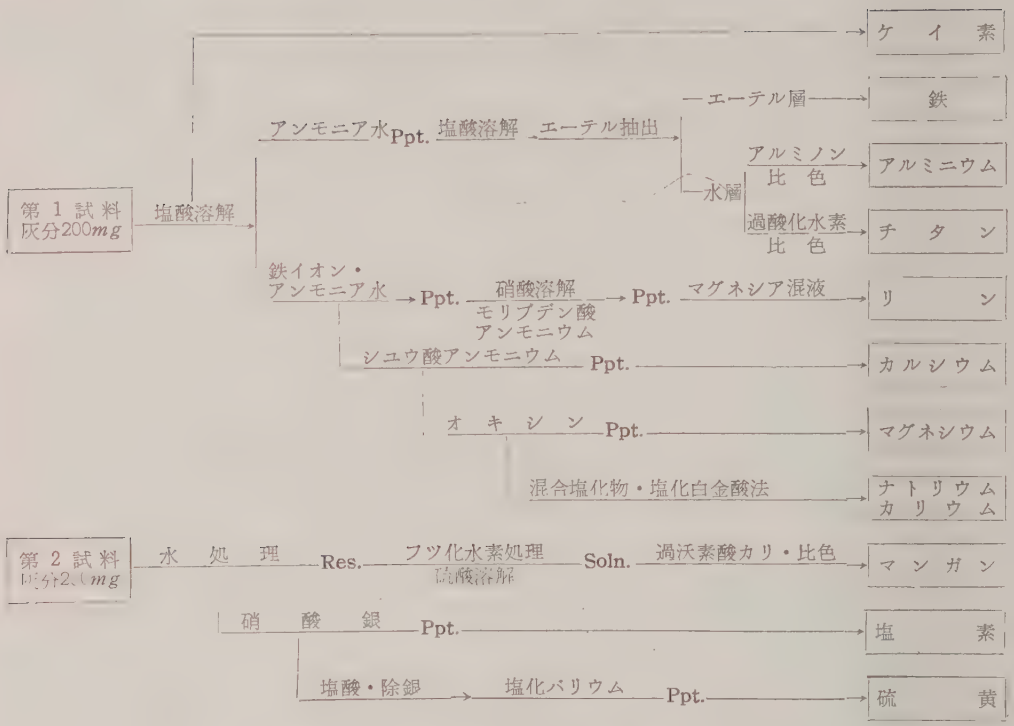
尚現在養殖が行われているノリの種類については必ずしも定説がないので，ここでは或時期に現場から採集されたいわゆる〝アサクサノリ〟を〝ノリ〟とした。

2. 分析操作の検討

採用すべく計画した分析操作の順序は，模式的に第1図に示す。ここで定量を予定した成分は，第1試料からケイ素・鉄・アルミニウム・チタン・リン・カルシウム・マグネシウム・ナトリウム・カリウムの9種，第2試料からマンガン・塩素・硫黄(硫酸塩)の3種，計 12 種である。このうちアルミニウム・チタンは今迄生理的に有意な元素とは考えられて居ないが，微量乍ら，地殻中に広くしかも均一に分布をもつことが知られており，元素の選択的濃縮を論ずる際に一つの目安として役立つことが考えられる。以上に述べた 12 種の元素を各々独立に定量するために，下記の問題点を吟味した。

* 1957 年 9 月 24 日受理，　東海区水産研究所業績A第 59 号

** ここで云う無機成分とは，灰分中の無機成分を云い，灰化の途中で失われるものは含まない。



第1図　定量操作系統模式図

2·1　エーテルによる鉄の抽出

鉄は塩酸酸性溶液中からよくエーテルによつて抽出され，この場合，アルミニウム・チタン・リン・カルシウム等は殆んど完全に水層中に残ることが知られているが[10]，ここで行うような，鉄が数 *mg* しか存在しない規模で，どの程度の分離がなされるかは問題がある。そこで抽出操作による鉄の分離の程度，及び共存する他元素の定量に対する影響を検討し，抽出操作の回数を定めるために，次の様な実験を行つた。

先づ分離の程度をおさえる為に塩化第2鉄溶液を用い，3 *ml* 中に 1.0～20.0 *mg* Fe を含む溶液を作り，エーテル各々 3 *ml* を加えて抽出操作を行い，これを4回繰返した後，エーテル層に移つた鉄を定量した結果を第1表に示す。この結果から，かなり微量な鉄も 90% 程度は抽出されることが判る。

次に抽出操作の回数について 4.3*mg* の鉄溶液を用いて検討した結果は第2表に示す。この表から鉄は3回の抽出で略々完全に抽出されることが明らかである。この実験では 4.3*mg* の鉄が殆んど完全に抽出されて居り，その後行つた実験でも 5*mg* 程度のものについて良い結果が得られているので，第1表の 5.0*mg* の溶液に対する抽出率が低いのは，抽出操作に不馴れであつた為と考えられる。何れにしてもノリ試料から得られる溶液

第1表　鉄のエーテル抽出法の検討
——ミリグラム量の鉄の抽出
試料：塩化第2鉄溶液　抽出回数：4回

	鉄添加量　Fe *mg*			
	1.0	2.0	5.0	20.0
分析値 Fe *mg*	1.0 0.9	1.9 1.8	4.3 4.2	18.0

第2表　鉄のエーテル抽出法の検討
——抽出回数の検討
試料溶液：4.3 *mg* Fe

	抽出回数		
	1回	2回	3回
分析値 Fe *mg*	3·4	4.0	4.2

は高々 3 *mg*程度の鉄を含むのみであるから，3回抽出によつて 10% 以内の誤差で鉄が抽出されると考えてよい。

同様に，リン・アルミニウムの共存する溶液について3回抽出を行つたが（第3表）各々の成分について，よい結果が得られた。

以上の結果からかなり微量の鉄溶液に対して，エーテル抽出操作を適用することにより，他元素の定量に影響を及ぼさずに鉄を分離しうることが推定される。

第3表　鉄のエーテル抽出法の検討
——鉄・リン・アルミニウム共存溶液について
抽出回数：3回

	鉄添加量 3.4*mg* Fe	リン添加量 4.4*mg* P	アルミニウム添加量 0.48*mg* Al
分析値 *mg*	3.5	4.3	0.50
	3.4	4.3	0.48
	3.7	4.5	0.48
	3.3	4.3	0.45

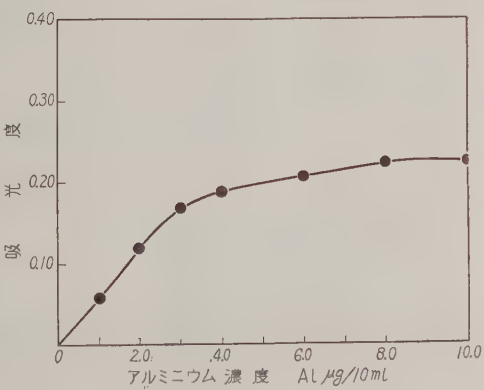
2·2　アルミノンによるアルミニウムの比色定量

第1図に示したように，アルミニウムの定量には鉄を分離した残液を用いる。ここではアルミニウムを醋液アンモニウムと共存せしめつつ，アルミノン(aurintricarbonic acid ammonium)と反応させ，pH を 7.1～7.3 に調節し[11]，生じた鮮紅色の懸濁液を，直接ベックマン分光光電光度計で吸光を測定して，定量することを試みた。

先づこの懸濁液の吸光特性を知る為に，2.4 *μg* 及び 12.0*μg* Al/10*ml* の溶液につき波長範囲 400*mμ*～700*μm* で透過率を測定した結果から，530*mμ* を測定波長に撰んだ。

アルミニウムの濃度範囲 0～10.0 *μg* Al/10 *ml* の系列につき，波長 530 *mμ* で吸光度を測定した結果は第2図に示す。この図から，0～3.0 *μg* Al/10*ml* の濃度範囲で直線関係が得られ，従つてこの範囲で定量が可能なことが確かめられた。しかし実際のノリ試料の分析では，試料溶液を上述の濃度範囲に入る様に，適当に稀釈して測定する必要がある。

第2図　アルミニウム定量の検定曲線
測定波長：　530*mμ*



2·3　鉄イオン（Fe^{+++}）を担体としてのリンの分離

第1図の如く，ケイ酸を除いた試料溶液は2分し，その片方について鉄イオンを担体として加えてリンをアルカリ元素及びアルカリ土類元素と分離する。この場合に，小さな規模で行えば，微量のカルシウムがリン酸第2鉄の沈澱に入る可能性があるので，その分離について吟味した。既知量のリン及びカルシウムを含む溶液（大体ノリ試料と同じ程度）に，リンの2倍当量の鉄を加え，塩化アンモニウムを加えてアンモニア水で沈澱を生成し，沈澱及び沪液につき夫々リン及びカルシウムを定量した。この結果は第4表に示すように，加えたリン・カルシウムは略々完全に分離されることが確かめられた。

第4表　リンの分離法の検討
試料容量：50*ml*　鉄添加量：4.3*mg*

	リン添加量 1.2*mg* P	カルシウム添加量 0.88*mg* Ca
分析値 *mg*	1.0	0.87
	1.0	0.85
	1.2	0.87

2·4　水処理による硫酸塩の溶出

硫酸塩は第1図によつて，第2試料について定量する。之によれば，試料灰分を水で処理し，この溶液の塩素イオンを除いて後，硫酸塩を定量するのであるが，この場合灰分中に水に不溶な硫酸塩が存在する可能性がある。この点を検討する為，硫酸塩の含量の高いアオサの灰分 200*mg* を用い，溶液中に移つた硫酸塩と，残渣中の硫酸塩を各々定量した。残渣中の硫酸塩は，残渣を炭酸ソーダで熔融し，可溶性にして後定量した。この結果

は第5表に示す。これとは別に，水処理を行わずに始めから炭酸ソーダ熔融を行つて定量した結果も第5表中に比較した。これらの結果から見ると硫酸塩は水処理によつて大部分が溶出して来るが，尚少量は残渣中に留まることが示される。しかし全体の炭酸ソーダ熔融によつても全部を溶液に移すことは困難である。したがつて，真の硫酸塩の値を得る為には，水処理の残渣についても更に定量を行わねばならず，別試料をとることが望ましい。しかし，とり得る試料の量には制限がある為，ここでは5%程度の損失を許容して，水に可溶性の硫酸塩のみを定量し，残渣はマンガンの定量に用いることゝした。

第5表　硫酸塩定量法の検討
試料：アオサ（千葉県浦安1956年5月22日採集）灰分
単位：乾燥重量に対する百分率

	硫黄含量 SO_4-S%
水処理を行つた場合	
可溶性（溶液中）	2.63
不溶性（残渣中）	0.10
	2.73
水処理を行わぬ場合	2.59

3.　分析法の概要

以上の検討によつて，第1図に示した分析操作の方式が，或る誤差範囲内で実施しうることを確かめたので，一連の分析操作を暫定的に次の様に定めた。

3·1　前　処　理

試料は採取後なるべく早く，水で手早く洗い，塩分・砂を除き，蒸溜水で洗つた後，沪紙ではさんで水分をきり，湿重量を測定する。110°Cで乾燥し，乾重量を測定した後，500°C以下の温度で灰化する。

3·2　第1試料（ケイ素・鉄・アルミニウム・チタン・リン・カルシウム・マグネシウム・ナトリウム・カリウム定量用）の分析操作

3·2·1　灰分 200*mg* をとり，濃塩酸 5*ml* に溶解し，不溶物を沪別する。

3·2·2　沪液を蒸発乾固して，ケイ酸を不溶性にかえ分離する。

3·2·3　塩酸不溶物と，分離したケイ酸を合併し，フッ化水素で処理してケイ素を飛ばし，残渣は塩酸に溶解して，(3·2·2) の沪液と合併し，200*ml* に稀釈する。（ケイ素の定量）。

3·2·4　この溶液 150*ml* をとり，塩化アンモニウムを加え，アンモニア水で中和して，鉄・アルミニウム・チタンの水酸化物を生成し，沪液は棄却する。

3·2·5　沈澱を 6N 塩酸 2*ml* に溶解し，エーテルで飽和した 12N 塩酸 1*ml* と，エーテル 3*ml* を加えて抽出し，エーテル層は更にエーテルで飽和した 6N 塩酸 1*ml* で逆抽出する。この抽出・逆抽出の操作を前後3回繰返す。

3·2·6　エーテル層に移つた鉄は，エーテルを飛ばした後，重量的或は過マンガン酸カリ滴定法によつて定量する（鉄の定量）。

3·2·7　水層はエーテルを飛ばしてから，50*ml* に調節した後，その 45*ml* をとつて濃縮し，硫酸・過酸化水素を加えて 10*ml* として，発色した過チタン酸の黄色を比色する（チタンの定量）。

3·2·8　残りの 5 *ml* の1部をとり，これに 5N 醋酸アンモニウム溶液及び 1.5N 塩酸各々 1*ml* を加え，更に 0.1% アルミノン溶液 0.4*ml* を加えて反応させた後，炭酸アンモニウムで pH 7.1～7.3 に調節する。生成した鮮紅色懸濁液を，波長 530 *mμ* でベックマン分光光電光度計を用い比色する（アルミニウムの定量）。

3·2·9　(3·2·3) の溶液 40*ml* をとり，第2鉄イオン約 8*mg* を加え，更に塩化アンモニウムを加えた上アンモニア水でリン酸第2鉄・水酸化第2鉄の沈澱を生成し，沪液と分離する。

3·2·10　沈澱は硝酸に溶解し，モリブデン酸アンモニウムを加えてリンモリブデン酸アンモニウムの黄色沈澱を生成分離した後，これをアンモニア水で溶解し，マグネシア混液を加えてリン酸アンモニウムマグネシウムの沈澱を作り，沪別して焼きピロリン酸マグネシウムとしてリンを定量する（リンの定量）。

3·2·11　(3·2·9) の沪液はシユウ酸アンモニウムを加えて，シユウ酸カルシウムの沈澱を生成し

て分離する。シユウ酸カルシウムは硫酸に溶解し，過マンガン酸カリで滴定してカルシウムを定量する（カルシウムの定量）。

3・2・12　シユウ酸カルシウムを除いた沪液に，オキシン（8—hydroxyquinoline）のアルコール溶液（2％）5*ml*を加えてマグネシウムを分離する。その沪液中にマグネシウムが残ることがあるが，3回沈澱を繰返せば分離は完全である。これを焼いてマグネシウムを定量する（マグネシウムの定量）。

3・2・13　マグネシウムの沪液は蒸発乾固して，加熱し，塩化アンモニウム及び過剰のオキシンを除き，塩酸を加えて塩化物にかえて，アルカリ混合塩化物として秤量する。

3・2・14　混合塩化物を水に溶解し，塩化白金酸を加え，80％アルコールでカリウムの塩化白金酸塩を分離し，塩化白金酸カリウムとしてカリウムを定量する。ナトリウム含量はカリウム量を混合塩化物から差引いて算出する（ナトリウム・カリウムの定量）。

3・3　第2試料（マンガン・塩素・硫黄定量用）の分析操作

3・3・1　灰分 200*mg* をとり約 30*ml* の水で処理し，溶出物を完全に洗い出す。

3・3・2　不溶残渣は硫酸とフッ化水素で分解した後，硫酸酸性で過沃素酸カリウムを加えて酸化し，過マンガン酸の赤紫色を発色させて，525 *mμ* の波長でベックマン分光光電光度計でマンガンを比色する（マンガンの定量）。

3・3・3　(3・3・1) の沪液に硝酸銀溶液（0.1N）を適当量加え，生成した塩化銀を沪別して秤量し，塩素を定量する（塩素の定量）。

3・3・4　塩化銀を分離した液に塩酸を加え，過剰な硝酸銀を更に塩化銀として除き，塩化バリウム溶液(10％)5～10*ml* を加えて硫酸バリウムを沈澱させ，焼いて硫黄を定量する(硫黄の定量)。

4.　分析法の精度

上述の分析法の精度を吟味する為に，ここに述べた分析操作にしたがつて，同一試料を繰返し分析した。用いた試料は 1956 年5月 22 日千葉県浦安で採集したアオサである。分析は 200*mg* の灰分について 10回，500*mg* の灰分について3回行つた。之等の分析結果の平均値及び確率誤差は第6表に示す。第6表には又 200*mg* の試料についての，10 回の分析値から計算した不偏分散及び棄却限界の値を挿入した。

第6表　分析法の精度の検討

試料：アオサ（千葉県浦安1956年5月22日採集）灰分
単位：乾燥物 100*g* 中のグラム数

	試料 200 *mg* 分析回数 10				試料 500 *mg* 分析回数 3	
	平均値	確率誤差	不偏分散	棄却限界	平均値	確率誤差
Na	1.54	±0.13	0.040	±0.477	1.35	±0.03
K	2.47	±0.13	0.043	±0.501	2.40	±0.07
Ca	0.70	±0.06	0.008	±0.212	0.64	±0.02
Mg	3.05	±0.20	0.102	±0.757	3.05	±0.05
Fe	0.16	±0.03	0.003	±0.140	0.14	±0.004
Al	0.074	±0.012	0.000	±0.043	0.072	±0.002
Mn	0.010	±0.002	0.000	±0.007		
P	0.16	±0.03	0.002	±0.111	0.25	±0.07
S	2.49	±0.13	0.043	±0.573		
Si	0.53	±0.04	0.003	±0.152	0.54	±0.02
Ti	0.011	±0.001	0.000	±0.005	0.008	±0.000
Cl	0.03	±0.02	0.001	±0.086		

この表において，試料 200*mg* についての分析値を，500*mg* についてのものと比較すると，誤

差は 500*mg* 試料の方が小さいのは当然であるが，ナトリウムがやゝ高い値を示した外は概ね良く一致して居り，したがつて成分変化の様相を一般的に把握するには一回の分析に対する生試料の処理を考慮して，試料 200*mg* で行うことが都合がよいと考えられる。

分析値の確率誤差及び分散の値から見ると，分析の精度は途中の操作がかなり多いために，必ずしも満足すべきものではないが，熟練を積み途中操作を同一条件で行うよう留意することによつて，或程度は誤差を少くしうる見込がある。しかしかなり多量の成分であるナトリウム・カリウム・マグネシウム等については，更に検討する余地が充分ある。これ等については次段階で焔光光度法の適用が考慮されねばならない。

ここに述べた分析法の精度は未だ不満足なものであるけれども，主要成分相互間の消長を同一試料について把握しうる長所があり，著しい変化は充分認めうる精度であると考えられる。

5. ノリ試料の分析

上述したように分析の精度について未だ不充分な点が残されているが，暫定的にここに述べた分析法を用いて，実際にノリ試料の分析を行つた。分析試料は，千葉県水産試験場内湾分場及び東京都水産試験場の協力により，千葉地先及び東京地先（羽田及び導流附近）で1956年12月から1957年4月にわたり採集したものである。分析結果は第7表に示す。之等の結果は，2乃至3回の分析値の平均値を示している。第7表には又 1955 年3月神奈川県長井で採取したノリの分析結果及び富士川等の分析値を参考として掲げた。単位は乾燥物 100*g* 中のグラム数で表した。

千葉及び東京におけるノリの採集に際しては，採集箇所を出来るだけ一定とし，採取後の処理も同一条件になる様留意したが，1系列の分析結果のみで，その時期的及び地域的な変動を論ずるには不充分である。したがつて，ここでは結果にあらわれた現象を指摘するに留め，更に分析値の蓄積を待つて，環境との関連性を考察したいと考える。環境の調査はノリの採集の際，採水して，その時の化学成分の分析を行つたが，その変化についてはもよりの水産試験場で詳細な調査が行われているので，第7表中には採集時の水温・塩素量のみをかゝげ，他は省略した。

5·1 時期的変動

第7表に見られるように，ノリの無機成分の時期的変動は，一般に小さく，多くは分析誤差と同程度であるが，この中にも若干系統的変化と考えられるものがある。以下には地域別に成分変化の状態を記述する。

5·1·1 千葉地先：千葉の試料の分析値のうち，1957年3月 29 日に採集したものについては，灰分が異常に多く，他の2倍近くに達し，したがつて各元素の含量も高い。この著しい変動の原因は不明であり，このような変化が，屢々おこるものか，或は偶然におこつたものかは何とも言えないが，ここでは一応変動の考察からは除外した。

この場合，肉眼的には何等認め得ない砂泥の附着による増加の可能性もあるが，岩石系統から来るとは考えられぬ硫黄も倍量に増加しており，その可能性は少い。

灰分量には系統的な変化はなかつたが，ナトリウム・カリウムはやゝ不規則であるが，養殖時期が進むと減少する傾向があり，カルシウム・マグネウムは，逆に漸増する傾向を示す。又，アルミニウム・マンガンもやゝ増加する。

灰分が最高を示した2月 27 日の試料は，カリウム・塩素も多く，硫黄はこの時期以後増加している。

これに引続き3月7日の試料も灰分が多く，アルミニウム・マンガン及びケイ素が高い値を示している。この試料は外観的に色沢が悪く，組織も脆弱であつた。

養殖の末期である4月 11 日の試料は，葉面は狭小であつたが，灰分量は多く，カルシウムに富み，硫黄も多かつた。

5·1·2 東京地先（羽田附近）：試料のうち2月2日採集の試料のみは導流から採集し，之は灰分が少かつたが，系統的な変化かどうかははつきりしない。

第7表　ノリの無機成分の変化

単位：乾燥物 100g 中のグラム数

	採集月日 / 成分	千葉地先 1956年12月20日	千葉地先 1957年1月18日	千葉地先 1957年2月1日	千葉地先 1957年2月14日	千葉地先 1957年2月27日	千葉地先 1957年3月7日	千葉地先 1957年3月19日	千葉地先 1957年3月29日	千葉地先 1957年4月11日	東京 羽田 1957年1月16日	東京 導流 1957年2月2日	東京 羽田 1957年3月1日	東京 羽田 1957年3月15日	東京 羽田 1957年4月15日	長井 1955年3月	朝鮮 1929年 富士川分析	東京 1929年 富士川分析
ノリ	灰分	6.16	5.86	6.16	5.82	6.63	6.26	6.04	11.82	6.27	6.35	5.48	6.33	6.29	5.46	9.96	10.32	7.90
	Na	0.82	0.69	0.57	0.59	0.54	0.48	0.54	1.12	0.51	0.87	0.88	0.74	0.86	0.51	2.20	1.30	1.03
	K	1.70	1.41	1.80	1.55	1.84	1.33	1.27	2.73	1.32	1.79	1.60	1.90	1.89	1.39	1.14	2.48	1.73
	Ca	1.49	0.61	0.64	0.52	0.63	0.64	0.61	0.86	0.72	0.43	0.37	0.50	0.37	0.44	0.17	0.25	0.27
	Mg	0.30	0.31	0.28	0.30	0.36	0.37	0.47	0.98	0.38	0.37	0.23	0.33	0.43	0.23	0.37	0.07	0.07
	Fe	0.042	0.042	0.039	0.038	0.049	0.065	0.035	0.079	0.039	0.045	0.018	0.053	0.060	0.040	0.216	0.09	0.05
	Al	0.008	0.012	0.013	0.013	0.014	0.023	0.010	0.035	0.012	0.009	0.005	0.007	0.005	0.003	0.23	0.05	0.04
	Mn	0.0029	0.0028		0.0027	0.0031	0.0037	0.0034	0.0051	0.034	0.0023	0.0019	0.0027	0.0035	0.0031	0.002	trece	trece
	P	0.31	0.26	0.27	0.30	0.32	0.27	0.30	0.45	0.29	0.31	0.32	0.32	0.28	0.28	0.28	0.58	0.44
	S	0.52	0.56	0.36	0.56	0.74	0.75	0.61	1.55	0.81	0.37	0.25	0.74	0.24	0.34	0.53	1.26	0.80
	Si	0.02	0.07	0.05	0.05	0.07	0.13	0.07	0.23	0.06	0.02	0.01	0.04	0.01	0.01	0.31	0.11	0.06
	Ti					0.001	0.003	0.002	0.005	0.001				0.001	0.001	0.011		
	Cl				0.018	0.093	trace	trace	0.012	trace	trace	trace	trace	trace	trace	2.26	1.50	1.06
海水	水温 °C	8.9	8.4	7.1	6.9	9.4	11.4	16.0	14.4	14.8	—	5.6	6.8	6.1	12.0			
	Cl ‰	16.35	17.48	17.71	17.00	17.67	17.17	17.39	17.39	—	16.56	16.84	16.97	16.49	—			

灰分量は羽田では養殖の末期で減少する。同様の関係が，ナトリウム・カリウムにおいても見られるが，カルシウム・マグネシウムについては，系統的な変化は認められない。マンガンは千葉同様後期で増加する傾向がうかがえるが，アルミニウムは逆に減少の傾向がある。硫黄は3月1日の試料のみ著しく高かつた。この試料は，又，カリウム・カルシウムも高い値を示していた。

養殖末期の4月 11 日の試料は，前述したように灰分少なく，ナトリウム・カリウムが少なかつたが，外観は色沢が良く，組織もしつかりしていた。

5·1·3 一般的考察：以上に述べた事実からは，ノリの生理状態とその環境とについて未だ言及しうる段階ではないが，滲透性と関連する拮抗作用を持つと云われるアルカリ元素とアルカリ土類元素[12]及び成長に関連するといわれるマンガンが[12]或る程度系統的な変化を見せて居り，又何ら生理的意義は認められていないアルミニウムが，やゝ系統的な変化を示すことは興味ある事実である。しかし変化を直接に生理的意義と結びつけることは危険で，特にアルミニウムは，砂泥等に著しい含量を示すから，僅く微量の砂泥の混在によつて，分析値が影響される可能性がある。しかしこれはケイ素・チタン等の親石性元素の分析値と比較することによつて，或程度補正することが出来る。これについては資料の蓄積の後詳述するつもりである。

その生理的な意義が認められている鉄及びリンは，この分析結果からは，むしろ余り変化しないように見える。しかし，これもさらに研究することにより，その変化を明かにすることが出来るであろう。

5·2 地域的変動

ここで見られた東京と千葉の間の地域差は，さほど大きくはない。一般的に言えば，ナトリウムは東京で高く，カルシウム・アルミニウム・ケイ素・硫黄は，何れも千葉で高い。しかし，千葉では，ノリが干出した場合，砂と触れるに反し，東京では砂の分布が少いので，アルミニウム・ケイ素に関しては砂の混在による可能性も考えられる。

環境については，一般的に千葉に於いて，水温及び塩素量が高く，栄養塩が低かつたが，未だこの環境の差が如何に無機成分に反映したかは明かでない。

参考としてかゝげた神奈川県長井のノリは，東京湾のものと著しく異つて居り，ナトリウム・鉄・アルミニウム・塩素・珪素が多いに反して，カリウム，カルシウムは少い。此の試料の採取法が，厳密には，今回の千葉・東京の系列のものと同様でなく，附着塩分による差異を考慮しても，この相違はかなり著しいものである。長井は，三浦半島の外面に位置する，外海性の強い養殖場であり，その環境も東京湾内とはかなり異り，地域差の著しい例として注目する価値がある。

以上のような組成の変化の一因としては，当然，ノリの品種による相違が考えられるが，千葉・東京の試料はその大部分が〝スサビノリ〟であり[13]，又，長井の試料もスサビノリが多かつたと考えられるので，この組成変化の大部分は，地域差によるものであろう。

富士川の分析結果は，製品としてのノリについての値であるので，附着塩分等による差を考慮しなければならないが，朝鮮産のノリは灰分が多く，ナトリウム・カリウム・硫黄・リンが多い・東京産のノリの分析値も，今回の分析値とはやゝ異つている。

以上，今回の分析結果と，これから認めうる時期的・地域的変動について若干の考察を行つたが，成分変化の追求とその生理的意義の究明は今後に残された問題である。

この研究を行うに当つて，種々御教示をいただいた東海区水産研究所海洋部長右田博士・海藻科の須藤博士・丸山技官，試料の採集に並々ならぬ御便宜をあたえられた千葉県水産試験場内湾分場の内田場長・田村技師，東京都水産試験場の西坂部長・伊藤技師に対し深く感謝する。又，鈴木浜治・清水君代両氏は，試料の採集処理に対し援助された。記して謝意を表する。

6. 摘　　要

6·1 ノリの成長と化学的環境要因との関連を究明する研究の一端として，ノリの無機成分の消

長を調査する為に，第1図に示した一連の分析操作を提記した。

6·2 エーテルによる鉄の抽出法・アルミニウムのアルミノン比色法・鉄イオンを担体としてのリンの分離法・水処理による硫酸塩の溶出等の諸点を検討し，この一連の分析操作が用いうることを確めた。

6·3 上記の系統分析法の精度を検討する為に，アオサの灰分を繰返し分析した結果，200*mg* の試料について，此の分析法を適用した場合，主要成分間の著しい変化を認めうる精度で分析が実施しうることを確めた。

6·4 1956 年 12 月から 1957 年4月に亘つて系統的に採取した東京及び千葉のノリについて，此の分析法を適用し，アルカリ元素・アルカリ土類元素及びマンガン・アルミニウム等が時期的に系統的変化の傾向を示すことをみとめ，地域的にも，僅か乍ら東京産及び千葉産の間に差異があり，東京湾産と長井産とは著しい差があることを明かにした。

文　　献

1) 鈴木幸三・西川哲三郎・青木定雄，1931： 海藻の飼料的価値に就て（第1報）海藻の化学的組成，日農化誌，7，622—628.
2) 田所哲太郎・安部慎・柳瀬正充，1943： 海藻成分の移動と差異に就て，日農化誌，10，715—719.
3) 富士川膠・北山修，1935： 朝鮮産アサクサノリの沃度に就て，日水会誌，4，239—241.
4) 白浜潔・佐々三郎・宇野勉，1943： 海藻の臭素含有量に就て，日水会誌，12，224—231.
5) 荻野珍吉・妹尾芳郎，1947： 本邦産褐藻類のカリ含量に就て，日水会誌，13，29—31.
6) 小島良夫・日下部重朗，1951： おごのり化学成分の季節的変化について，日水会誌，17，345—347.
7) BLACK, W.A.P. and P.L. MITCHELL, 1952： Trace element in the common brown algae and in sea water, J. Mar. Biol. Assoc., U.K., 30 (3), 575—584.
8) 三田喜代，1951： フノリの粘質物の研究—Ⅰ.フノリの無機成分について，日水会誌，22(9)，558—560.
9) 大谷武夫・富士川膠，1935： "海藻の化学"，厚生閣，東京，28—67
10) HILLEBRAND, W.F. and G.E.F. LUNDELL, 1936： "Applied inorganic analysis", John Wiley and Sons, Inc., New York, 106—109
11) 内藤多喜夫，1944： "有機試薬による分析法"，南江堂，東京，54—56.
12) SMITH, G.M, 1951："Nanual of phycology", Coronica Botanica Co., Waltham, Mass., U.S.A., 263—291.
13) 須藤俊造，1957： 東京湾を主とした養殖ノリの種類，水産増殖，4 (4)，28—32.

Studies on the Growth of Laver (*Polphyra* spp.) with Reference to Chemical Environment—Ⅰ. On the Analytical Method for Inorganic Components of Laver as Indices for the Varying Environment.

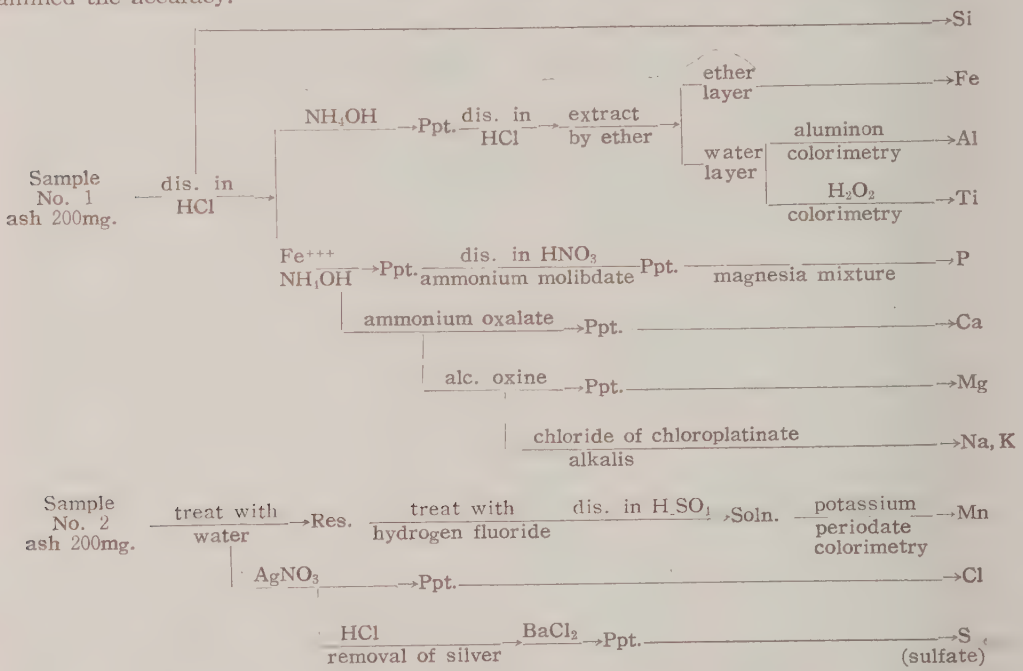
Rinnosuke FUKAI and Fumiko SHIOKAWA

Synopsis

As an aspect of studying the correlation between the growth of laver and the chemical environment from the various viewpoints, the authors intended to obtain a clue to the studies by investigating the seasonal variations as well as the local variations of inorganic components of laver, assuming that the duration of some environment should be reflected by inorganic components of laver through some physiological changes.

In the cases of performing the analyses of a number of samples to be supplied in the course of the investigation, the usual mode of analysis may not be fitted, since a

large quantity of samples was required and he analyses should be repeatedly performed in order to obtain sufficient accuracy. At the first step of the investigation the authors proposed systematic procedures for analysis in semi-micro-scale as shown below, and examined the accuracy.



In the present paper the authors described the outline of the analytical procedures proposed and discussed the results of critical examinations on the procedures. Applying the analytical procedures to the ashes of laver collected in the coastal culture-grounds located off Tokyo and Chiba in the period from December 1956 to April 1957, the authors presented the results of the analyses with some consideration.

As a results, the following conclusions have been obtained.

1. Through the close examinations concerning the extraction of iron by ether, the colorimetric estimation of aluminium by means of aluminone, the separation of phosphorus by using ferric ion as carrier and solution of sulfate from the ash by treating with water, the series of procedures proposed were proved to be available.

2. It was proved that the accuracy of the procedures was sufficient to discuss the remarkable changes of inorganic components of laver.

3. In the ashes of laver analysed, alkalis, alkali earths, manganese and alminium tend to show systematic changes with time, and the remarkable differences of inorganic components were recognized between the laver from Tokyo Bay and that from the west coast of the Miura Peninsula, Kanagawa Prefecture.

水質汚濁の生物学的判定法の研究—I
試験生物として Brine Shrimp を用いる試み*

大久保勝夫

1. 緒　　言

近年工場廃水，都市排水等による水質の悪化は急激に度を加えて，沿岸漁業えの圧迫は，次第に漁業者の生活をも脅かすような勢である。しかるに，その対策の必要が叫ばれてより，既に久しくなるにもかかわらず，未だ廃水放流に関する適切な規制を定め得ないのは，その理由の一つとして，生物に対する影響限界の測定が甚だ困難であることが挙げられよう。

水族に対する有害物質の影響に関しては，我国では古く高安[1]の鮭鱒族稚魚に対する致死量，嫌忌量を求めた研究をはじめ，大島[2]，大谷等[3]，松井等[4]，土屋[5]，山口県水指[6]等，其の他にも多くの報告があるが，いずれも主に淡水産魚介類について行われた研究である。又今井等[7]の汚濁検定用試験生物の研究，末広等[8]の毒物に対する魚類の反応の電気生理学的研究，新田等[9,10,11]の嫌忌量，不好量其の他に関する一連の研究，赤築等[12]の工場廃水の水棲動物に及ぼす研究等この方面の研究には多くの工夫と努力が費されているが，多種多様な廃水の作用と生物との関係には，未だに容易に解明されない問題が多く存在している。

工場廃水による汚濁が問題となる場合，まず論議されるのは，その水が一体生物に害があるのか否か，又有害の程度はどれ位かと言うことである。汚濁調査には，廃水の拡散や生物群衆の変化等を追跡する基礎的な方法があるにしても，実際上現場に於て屢々要求され用いられる手段は，特定生物の反応による検定法である。

我国の多くの工場は海岸近く設けられるので，その廃水の影響は，直接間接に沿岸漁場を荒廃させるが，従来から汚濁試験生物には，飼育実験が容易なため淡水種が多く用いられてきた。しかし，淡水と海水とは物理的化学的性状が違い，又生理的にも大きな差異があるから，海面漁場の汚濁判定のためには，海水種を取扱うのが妥当である思うが，この場合の難点は，随時に多数の同一条件にある材料の得難いことである。

飼育管理の面でも，概して大がかりな装置を必要とするため，設備の整つた特定の場所でなければ，信頼出来る結果は得られない不便があつた。ムラサキイガイ幼生を用いる今井等の研究[7]は，これらの障碍を克服するものとして，勝れた方法であると考えられる。ムラサキイガイ幼生が，高度の鋭敏性と，周年一定した反応を示すことは，汚濁判定用試験生物として，有力な手段となり得るであろう。

筆者はこれと同様な目的で，熱帯魚餌料として，乾燥卵の状態で最近市販されはじめた brine shrimp *Artemia salina* (L.) が，入手，保存，孵化，飼育等の取扱いの極めて簡便なる点[13]に着目し，これを未知廃水の害否の検定に使つて，一般海産生物の受ける被害を，間接的に求めるための試験生物として利用したいと考え，予備的な実験を行つて，その可能性を検討した。

本論に入るに先だち，懇文の御校閲を頂いた石田部長並に深井技官，及び実験の協力を得た大久保孝子技官に謝意を表する。

2. 実　　験

2.1. 孵化並に供試時期について

径 9 cm の腰高シヤーレに海水を 7 分目程入れ，水面に brine shrimp の乾燥卵を浮べて 25°C

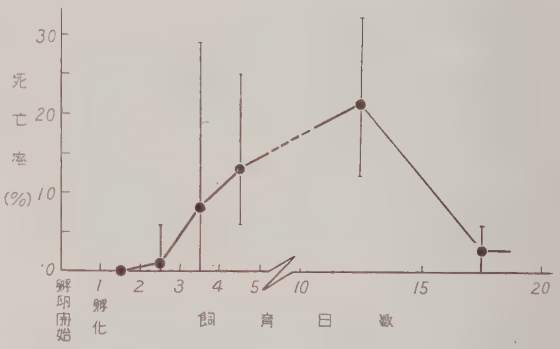
* 1957 年 10 月 23 日受理，東海区水産研究所業績A第 60 号

に保つ。24 時間後には大部分孵化し，趨光性により1ケ所に集るから，適当な時期に，ピペットで卵殻を避けて吸取り実験に供する。孵化時の体長は 0.4 mm 前後である。

次で，海水をみたした径 25 cm のガラス水槽に，約 5,000～7,000 尾の孵化直後の幼生を入れ，*Closterium* sp. 又は *Thalassiosira* sp. の懸濁培養液を与えて 25°C にて飼育すると，4日目頃**より斃死個体が増え，10 日目頃には 200～300 尾に減つて，大小の差も甚しくなる。15 日目頃よりはやや安定し，約2ケ月後大型の雌は体長約 18 mm に達し，6～10 個の卵を生ずるのが認められた。各発育段階に於ける 24 時間内の死亡率は第1図に示され，若齢群ほど低く，又4日目以内では，無摂餌群の方が後述の実験に際して一様な好結果が得られたので，試験には無投餌 48 時間段階**の幼生を使用するのが良いと考えられた。

2.2. 反応個体認定の基準

有害水による被害個体を認定する基準は，明確に判定出来る現象を選ぶ必要がある。そのため青酸ソーダ，硫酸銅及び昇汞等を用いて，次の項目について予備実験を行つた。



第1図 発育に伴なう brine shrimp の死亡率の変化

1. 嫌忌運動：顕著な趨光性のため反応が不明瞭にされ，基準として用いるには特別な考慮が必要であると思われた。
2. 游泳力喪失：被害個体は游泳力を失つて沈降するが，正常状態にありながら一時的に沈降したと認められるものもあり，これとの区別は困難な場合が多い。
3. 死亡：第2触角の運動を完全に停止した時を以て死亡とした。小型の若齢群にあつては，高温時死骸の破損することがあり，計数に当つて注意を要するが，一般には判定は容易である。
4. 成長阻害：成長阻害の程度を個々としてではなく，群平均体長として対照群のそれと比較して，阻害の起りはじめる点を求めようとしたが，測定に時間のかかる割に，結果がはつきりしない場合が多い。

認定の基準は，出来るだけ鋭敏な反応を利用するのが望ましいが，以上の結果から，測定値に個人差を避けるために死亡を選んだ。

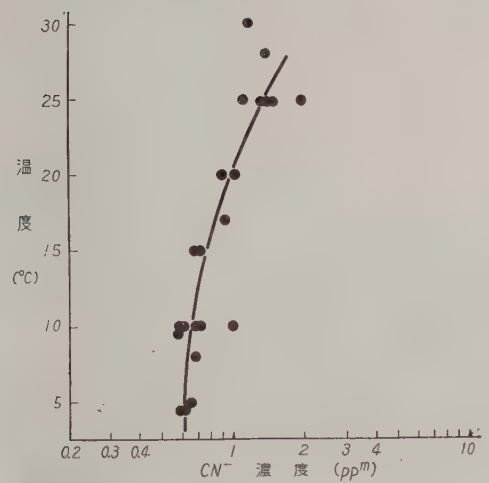
2.3. 試 験 法

有害度検定試験は，原則として 200 cc の三角フラスコを容器に用い，数段階に稀釈された試水 100 cc づつを入れた系列を用意し，これに，前以て孵化し，供試前2時間程試験温度に放置されていた 48 時間段階の brine shrimp 幼生を，50～100 尾づつ各フラスコに加えて一定温度に保ち，24 時間後生存個体と死亡個体とを計数して，その比から，プロビット法により TLm (特定の期間中試験動物の丁度 50 % が生き残り得た時の濃度)[14]を計算する方法を採つた。但し対照が 5 % 以上の死亡率を示す時は，その測定値は棄却したが，そのような例は極めて少かつた。なお，試験中の溶存酸素量の変化を，ウインクラー法により確めたところ，試験の前後で殆ど変化はなく，通気は省略した。

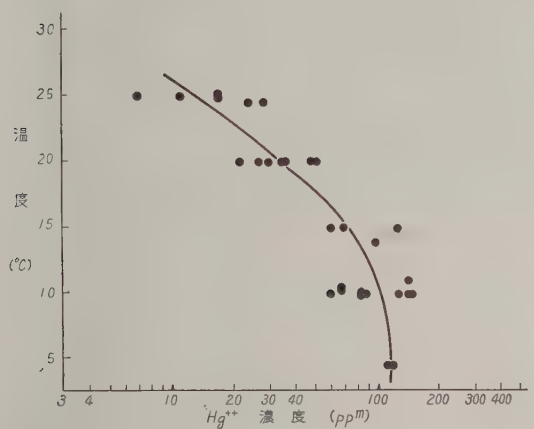
2.4. 測定値の再現性について

毒物として代表的な青酸ソーダ及び昇汞について，前項の方法により 24 時間 TLm を測定し，試験温度と共に図示すると，第2図及び第3図が得られた。薬品の濃度は，青酸ソーダは 1,000 ppm，昇汞は 40,000 ppm の原液から，順次海水にて稀釈した値をとつた。この結果から推定出来ることは，予想されたことではあるが，温度により反応値が変化することと，測定値の分布の幅は

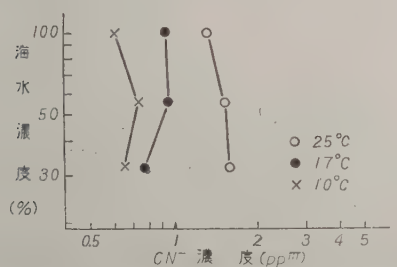
** 各発育段階は，孵卵開始時よりの経過時間もしくは経過日数で表わした。



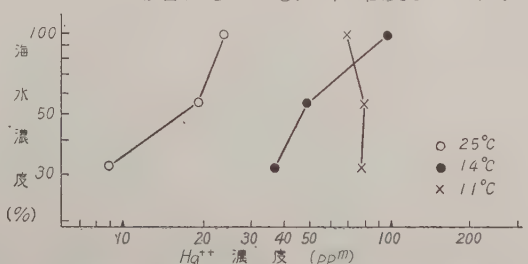
第2図　青酸ソーダの brine shrimp 幼生に対する 24 時間 TLm.



第3図　昇汞の brine shrimp 幼生に対する 24 時間 TLm.



第4図 A　海水濃度と brine shrimp 幼生に対する TLm の関係（青酸ソーダ）



第4図 B　海水濃度と brine shrimp 幼生に対する TLm の関係（昇汞）

あまり大きくないことである。

温度による変化は，青酸ソーダと昇汞では対照的な形を示し，薬品により生理的作用が異ることが暗示されるが，いずれも温度を一定にすれば TLm は一定の値に集中する。この時の測定値の最高値は最低値の大よそ2倍程度であるから，試験生物としての brine shrimp 幼生の，これら薬品に対する反応測定値の再現性は，極めて良好であると言える。但し，低温時の少々の温度変化は差支えないが，高温では僅かの変化で TLm が大きく変る恐れがあるから，20°C 前後より以下での試験が適当である。

2.5.　海水稀釈の影響

蒸溜水で稀釈された海水中での，brine shrimp 幼生の自然死亡率は第1表に示したが，稀薄海水中でも，投入後 48 時間以内では正常に近く，塩分差による死亡率の変化は認められない。

一方，塩分を変化させると共に，青酸ソーダ及び昇汞をそれぞれ作用させると，青酸ソーダではあまり変化は認められないが，昇汞では塩分低下の影響が認められた（第4図 A，B）。これは高鹹を好む brine shrimp にとって，塩分低下は有害物に対する耐久力の減退を惹起することを示し，逆に言えば感度を増加させる結果になると考えられるが，低鹹時に於ける測定値の再現性については，確めなかつたので今後更に調査したい。しかし影響はあつても，1/3 程度までの稀釈された海水中では，反応値は正常海水中と大差ない範囲の値である。

2.6.　pH の変化に対する耐久範囲

海水の pH を塩酸及び苛性ソーダにて調整し，brine shrimp 幼生の耐久限界を調べると，pH5.8

第 1 表　brine shrimp 幼生*の死亡率に対する海水稀釈の影響

海水濃度	試験時間 (塩素量)	24	48	72
100 %	18.0 ‰	0%	5.0 %	48.8 %
56	10.1	0	6.5	52.5
32	5.8	0	5.5	36.4
18	3.2	0	4.0	44.7
10	1.8	0	5.7	67.6

* 48 時間段階　水温 24°C～25°C

乃至 9.0 の間では，24 時間後も外見上正常な活動状態を示した。即ち pH については，他の一般水産動物について普通に知られている耐久範囲と，同程度であることが認められた。

2.7. 若干の薬品に対する反応

以上の様な結果から，試験生物としての可能性が期待されたので，更に重金属塩其の他毒性を有すると考えられる若干の薬品について，brine shrimp 幼生に対する有害度の測定を行つた。試験は恒温槽を使用し 20°C で行つたが，一部の試験は室温 (16°～19°C) で行つた。その結果はとりまとめて第 2 表に示した。

なお，これと比較するために，別にマガキ *Ostrea gigas* の精卵の，卵割が阻害される濃度をも併せ示した。この実験では，シャーレ中にて人工交配を行い，直ちに試水系列に分注して，32 乃至 64 細胞期まで (約 3～4 時間) 顕下に観察し，うち 50 % の個体に，卵割進行の異状を認める点を求めた。この際の温度は 26°～29°C であつた。

第 2 表　若干の薬品の brine shrimp 幼生及びマガキ受精卵に対する有害濃度

薬品名		brine shrimp 幼生に対する 24 時間 TLm (ppm)	マガキ受精卵に対する卵割阻害濃度 (ppm)
CN^-	($NaCN$)	0.8～1.2	0.38
Hg^{++}	($HgCl_2$)	21～50	
Mn^{++}	($MnCl_2$)	1570～2880	790
Fe^{+++}	($FeCl_3$)	34～62	
Cu^{++}	($CuSO_4$)	0.68～1.04	0.07
Zn^{++}	($ZnSO_4$)	160～275	0.43
CrO_4^{--}	(K_2CrO_4)	21～72	60 まで異状なし
CO_3^{--}	(Na_2CO_3)	はつきりせず	57
I^-	(KI)	200	
I_2		2.3	
パラチオン乳剤		3.6	
ウラニン		1000	
ローダミンB		3000	

表によると brine shrimp 幼生の 24 時間 TLm は，マガキ卵の反応値に較べ，CN^- 及び Mn^{++} で 3 倍，Cu^{++} で 10 倍，Zn^{++} で 500 倍である。前掲諸氏の資料には，直接比較出来るものは少いが，大谷[3] の嫌忌量の測定値と比較すれば，大よそ Cu^{++} でウナギの 1/5，ハマグリの 1/3，Zn^{++} でコイの 10 倍，ハマグリの 50 倍，Fe^{+++} でコイの 2 倍，ウナギの 10 倍，ハマグリの 2 倍程度の値であり，又末広が諸報告から綜合した魚類の極量についての表[15] と比較すれば，Mn^{++} で 1/5，Fe^{+++} で 1/4，Cu^{++} で 1/10，Zn^{++} では 1/30 乃至 30 倍，CN^- ではほぼ等しい値である。

以上のことから，brine shrimp 幼生の感度は，魚類のそれに比較すれば約 1/10 乃至 10 倍程度，マガキ卵等の特殊なものに較べると，場合により 1/500 位を示すこともあるが，この Zn^{++} の

極量は，研究者により値の差が大きいことを考慮すれば，やはり 1/10 程度と推定される。従つてこの値は一般魚類のそれと大差ないと言えるが，直接汚濁判定に用いるには，少々鈍感であると思われる。

3. 考　　察

汚濁試験生物としての必要条件は，鋭敏な反応，良好な測定値の再現性，及び均質な材料が随時大量に入手出来ることである。

反応の鋭敏性については，最近までの報告等に較べると，一般魚介類とは同程度の感度をもつことが推定されたが，汚濁物質により漁業に被害を受ける場合には，致死量が問題になるのではなく，嫌忌量[1)9)]もしくは，恐らくは不好量[10)]以下の濃度が問題になることは明かである。従つて，予想汚濁海域の水を採り，brine shrimp 幼生により試験しようと試みるのは無理であるから，そのためには，ムラサキイガイ其の他の，より鋭敏な動物もしくは生理現象を探索しなければならない。しかしながら，排水口に於ける廃水を採り，これを適宜稀釈して，その害作用の及ぶ濃度を検定することは，brine shrimp により充分なし得る方法である。この場合には附随条件として，他の一般生物の受害濃度と，brine shrimp 幼生の反応濃度との相関係数が確められる必要がある。

廃水は成分の明かな場合もあるが，多くは未知の成分が，未知の割合に混合しているので，飼育困難な海産生物について，そのたびに廃水の害否又は有害濃度を見出すことは，実際上不可能であるが，多くの物質について，一般魚介類の何倍位の感度を有するかをあらかじめ知つておけば，未知廃水による漁場生物の被害を，brine shrimp 幼生により間接に推定することは，さほど困難ではない筈である。

一般海産生物の受害濃度の決定は，完備した設備と細心の注意の下に行わるべきもので，今後の研究に期待するところが大きい。しかし最も被害を受け易い段階にあると考えられるマガキ受精卵やムラサキイガイ幼生の反応値，又 brine shrimp を用いた Corner 等[16)]の実験での，海産コペポーダ *Acartia clausi* 及びフジッボ幼生 *Elminius modestus* との比較値等から，brine shrimp 幼生の反応値（24 時間 TLm）の 1/100 をとつて安全濃度の平均の目安とすれば，実際上大きな誤はないであろうと推定される。

一方再現性については，青酸ソーダ及び昇汞に対する反応で知られる様に，温度一定ならば極めて良好な結果を示した。これは孵化から試験に供するまでの全操作が，完全にコントロール出来ることに由るものであろう。海産動物を用いては，brine shrimp の如く条件を一定に保つことは容易ではない。この様に brine shrimp は，均質な材料を随時充分な量だけ供給し得るので，反復試験に供し得るという点で，実用上甚だ便利な試験生物となることが期待される。今後薬品のみでなく，実際の有害水についての検討を行つて，更にはつきりした結論を得たいと思う。

文　　献

1) 高安三次・外岡和雄：工業薬品の魚族に及ぼす影響等に関する試験報告，北水試 (1924).
2) 大島信夫：仔鰕に対する塩類電解質の致死濃度並びに被害現象に就て，水試報告　第2号　139—193 (1931).
3) 大谷武夫・薄井与兵衛：木俣正夫・石川亀好：水中に溶存する化学物質の魚介類に及ぼす影響，日水会誌，**7** (5)，281—287 (1939).
4) 松井　魁・嘉成三郎・川森正夫・松浦省之：鯉の薬物に対する反応に就て，水産研究誌，**35** (9)，217—224 (1940).
5) 土屋靖彦：ミヂンコに対する硫黄化合物の毒性，日水会誌，**13** (3)，113—114 (1947).
6) 山口県水指：工場廃水に関する調査研究，山口県水指調査研究業績　第4巻，(1951).
7) 今井丈夫・富士　昭：水質汚濁検定にムラサキイガイD型幼虫を用いる方法，日水会東北支部昭和 26 年度大会講演 (1951).
8) 末広恭雄・吉野鎮夫：フエノチアジンに対する魚類の反応，日水会昭和 27 年度大会講演 (1952).

9) 藤谷 超・新田忠雄：魚類の嫌忌量に関する研究（I），内水研報告，第3号，12—14 (1953).
10) 新田忠雄・藤谷 超：魚類の不好量に関する研究，内水研報告，第3号，15—18 (1953).
11) 新田忠雄・中井俊介：貝・海藻・プランクトンの致死量に就て，内水研報告，第3号，19—22 (1953).
12) 赤築敬一郎・早山万彦・工場廃水に関する研究（V），金属工場廃液廃水の水棲動物に及ぼす影響に就て，水講報告，**4** (2)，51—56 (1955).
13) 辻本春彦：豊年エビの乾燥卵，科学朝日，**15** (7)，46—49 (1955).
14) DOUDOROFF, P. 他（町田喜弘訳）：魚類に対する産業廃水の急性毒を評価するための生物学的定量法，水産増殖，**3** (2)，1—23, (1955).
15) 末広恭雄："魚類生理学の実際" 竹内書房，東京，74—91 (1947).
16) CORNER, E.D.S. and B.W. SPARROW : The modes of action of toxic agents. I. Observations on the poisoning of certain crustaceans by copper and mercury. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **35** (3), 531—548 (1956).

Study on the Bio-assay Method for the Evalaution of Water Pollution—I. An Attempt to Use Brine Shrimp as a Test Animal

Katsuwo OKUBO

Synopsis

When we try to use a marine life as a test animal for the bio-assay method, we can not always obtain the necessary number of specimens in similar and suitable conditions owing to difficulties in gathering or breeding of them. In order to avoid this inconvenience, the author has attempted to use brine shrimp, *Artemia salina* (L.), as a test animal, since *Artemia* has unique ecological characters.

It was proved in the series of experiments that the same response values were repeatedly obtained for the difinite concentrations of sodium cyanide and mercuric chloride.

This fact should indicate that the reproducibility of response values for toxic materials is very suitable for the bio-assay method and that the animal has the desirable characters for the test animal.

It was recommended for the bio-assay method to employ the 48 hours (after the start of incubation) stage larvae and to get the TLm in 24 hours at the temperatures below 20°C.

Although responses of *Artemia* larvae were slightly insensible compared with those of the other marine animals for the effects of some pollutants, we should not make a serious mistake if we take the one-hundredth of *Artemia*'s response values as the measure of the safety concentrations of some pollutants for general marine organisms.

If we find out the more reliable correlation factors between the tolerance limit of *Artemia* and that of the other marine organisms on the several typical pollutants, we would have a convenient means in the investigation of water pollution in the sea.

神奈川県長井ノリ養殖場の水質について*

深井麟之助・小島静枝・丸山武男

1. 緒　　論

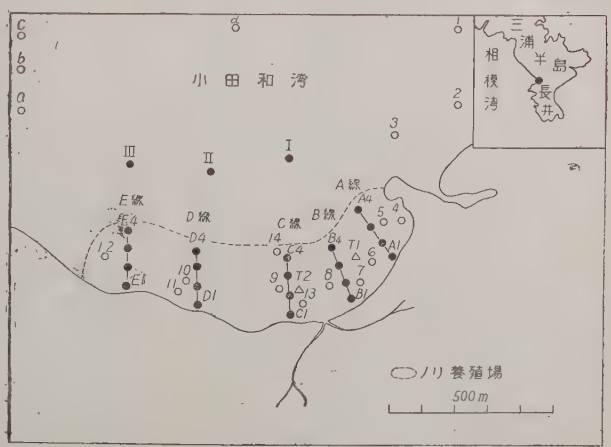
ノリの豊凶を決定する原因は非常に複雑で，種々の環境要因の組合せが，ノリの生産量に影響すると考えられており，現在迄多くの研究者により，環境要因のノリ生産に対する関連について色々な研究が行われているが，未だ不明な点が多い。しかし，これらの要因の1つとして，ノリ養殖場の水質がノリの生産と深い関連を有していることは，今迄の研究から明らかである。すなわち松江[1]は品川湾において，海水中の各種化学成分の分布とノリ場の優劣との間に関係があることを認め，清水・青山[2]及び和田[3]はそれぞれ金沢湾及び松川浦で，海水中のリン酸塩含量がノリの成長と密接に関連することを指摘し，佐野[4]は気仙沼湾及び松島湾で，施肥実験を行つて或程度の効果を収めた。又，岩崎・松平[5][6]は松川浦のノリの窒素含量と流速との関係を研究し，栄養塩の乏しい養殖場では，接触水量がノリの生育に影響することを報告した。このように，種々の異つた地域的条件のもとに，水質とノリの生育との関係が報告された例はかなり多いが，いかなる水質がノリの生育に好適であるかについての系統的知見は，必ずしも帰納しうる段階には到つておらず，化学的環境要因のノリ生産に対する寄与の状況を解明するには，さらに研究の蓄積が必要である。

著者らは，日本近海では，従来湾内で行われていたノリの養殖が，近年外海へ拡張されつつある趨勢を考慮して，外海性のノリ養殖場の特性を明らかにし，あわせて比較的単純な水塊の混合状態において，水質とノリの生育との相関を把握したいと考え，1954年10月から1957年3月にわたつて，神奈川県長井ノリ養殖場の調査を実施した。

本報告では，調査結果中の水質分析関係の資料をもとにして，海水の栄養塩類の時期的・地域的な変化の状態を考察した。

2. 地形及び観測の実施

長井は1952年秋から養殖を開始した新しいノリ場であり，第1図に示すごとく，三浦半島西側に位置し，西に向つて開口する小田和湾内にある。養殖区域は約0.3 km²（30町歩）で比較的狭く，その深度は満潮時に1.5 m程度で，干潮時には陸側の1部が露出する。湾には図に見られるように，小河川が2本合して流入しているが，何れも川巾が大略2 m，平水時の水深は0.2 mで，流入水量は極めて少い。したがつて，湾の地理的条件と相俟ち，養殖場における塩素量はかなり高く，ノリ場としては外海性が強い。ノリの養殖期間は10月下旬より翌年3月上旬迄で，東京湾等にくらべて終期は早いが，後期における色沢



第1図　長井ノリ養殖場及びその附近の観測点
（● 1954～55年　1955～56年定点；
○ 1956～57年定点；△ 潮間観測点）

* 1957年10月23日受理，東海区水産研究所業績A第61号

の低下が少く，ノリの生育は一般に良好で，養殖方法の改善によつては，更に生産を増加させる可能性がある。

養殖場は沿岸である為，潮高・天候等によつて影響を受ける為，又一連の観測の所要時間の関係及び現場の距離的条件もあつて，必ずしも総べての観測を同一条件下では行いえなかつた。しかし，変化に関与する水塊量は数が少いので，潮時の相違による水質の変化は比較的小さい。したがつて，養殖後等を除いては，同一潮時に行われなかつた観測によつても，一般的様相を把握する目的は，或程度果しうると考えられる。

各測点としては，一連の調査の目的によつて種々の点を選んだが，これ等を総括して第1図に示した。

1954～1955 年，1955～1956 年の養殖期には，養殖区域内の一般的な水質の変化状況を知る為に，川口を中心として，東に2本，西に3本の観測線を定め，東より A→E 線とし，各線上に 50 m 間隔で陸岸より 1→4 点をとり，各期間中に各々4回，都合8回の定線観測を実施した。これと平行して，ノリ場外の水質を知る為，図に示した定線沖合Ⅰ～Ⅲ，河川 R 1，R 2 の各点の観測も行つた。

1956～1957 年の養殖期には，地域的な水質の差を更に検討する為，図中に通し番号で示した定線外の点と，定線上の一部の点について観測した。

これ等の全期間中に，潮汐による水質の変化を知る為，上述した観測と同時或は独立して，図中の T 1 及び T 2 で約1時間毎の潮間観測を行つた。

実施した観測の概要は第1表に示した通りである。

第 1 表　実 施 観 測 概 要 (1954 年 10 月～1957 年 3 月)

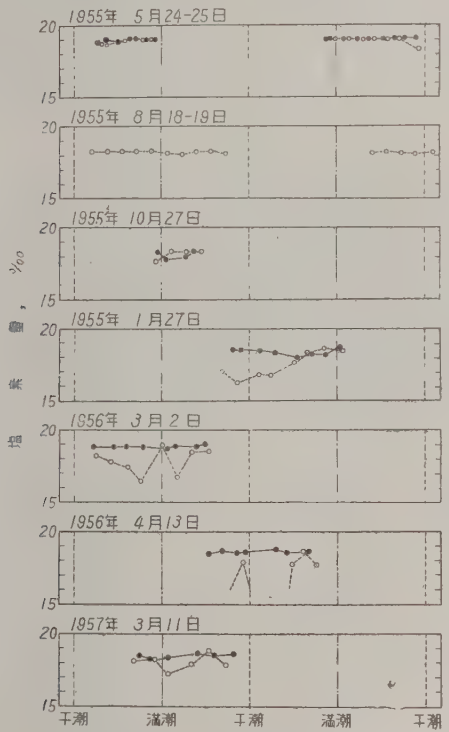
観測番号	観測年月日	実施項目（カツコ内は第1図中の観測番号）
54—1	1954 年 10 月 5 日	定線(A 1～E 4)・河川(R 1，R 2)
54—2	〃 12 月 1 日	定線(A 1～E 4)・定線沖(Ⅰ～Ⅲ)・河川(R 1，R 2)
55—1	1955 年 1 月 25 日	定線(A 1～E 4)・定線沖(Ⅰ～Ⅲ)・河川(R 1，R 2)
55—2	〃 3 月 15 日	定線(A 1～E 4)・定線沖(Ⅰ～Ⅲ)・河川(R 1，R 2)
55—3	〃 5 月24–25日	潮間観測(T 1，T 2) 9 時間
55—4	〃 8 月18–19日	潮間観測(T 1　　) 13時間
55—5	〃 10 月 13 日	潮間観測(T 1　　) 7 時間
55—6	〃 10 月 27 日	河川(R 1，R 2)・潮間観測(T 1，T 2) 3 時間
55—7	〃 12 月 22 日	定線(A 1～E 4)　河川(R 1，R 2)
56—1	1956 年 1 月 27 日	定線(A 1～E 4)　河川(R 1，R 2)・潮間観測(T 1，T 2) 7 時間
56—2	〃 3 月 2 日	定線(A 1～E 4)　河川(R 1，R 2)・潮間観測(T 1，T 2) 8 時間
56—3	〃 4 月 13 日	定線(A 1～E 4 中から 15 点)　潮間観測(T 1，T 2) 7 時間
56—4	〃 12 月 12 日	定点(a～b，1～12，B 4，C 4，E 4)　河川(R 1，R 2)
57—1	1957 年 1 月 27 日	定点(a～b，2～6，8～10，12，13，B 4，C 4，E 4)
57—2	〃 3 月 11 日	定点(5，A 4，B 4，D 3，D 4，E 3，E 4，14)　潮間観測(T 1，T 2) 6 時間

環境についての観測は，現場で水温の測定・流向の観察・溶在酸素の固定・採水を行い，試料は東京の実験室に送付して，塩素量・栄養塩類（ケイ酸態ケイ素・リン酸態リン・アンモニア態窒素・亜硝酸態窒素・硝酸態窒素）等を分析した[7–11]。この際，過マンガン酸カリ消費量の測定を考慮して，防腐剤は加えなかつた。分析は採水後なるべく短時日内に行うようつとめたが，止むを得ず 10 日以上放置して行つたものもある。したがつて，分析値には放置によつて生ずる誤差は避けられないが，養殖期の試料は低温放置が容易であつたので，少数の値を除けば，大勢を知るための資料としては差支えない。

3.　水質変化に対する潮汐の影響

先述したように，長井養殖場は，潮汐の水質変化に及ぼす影響が比較的小さいと考えられるが，

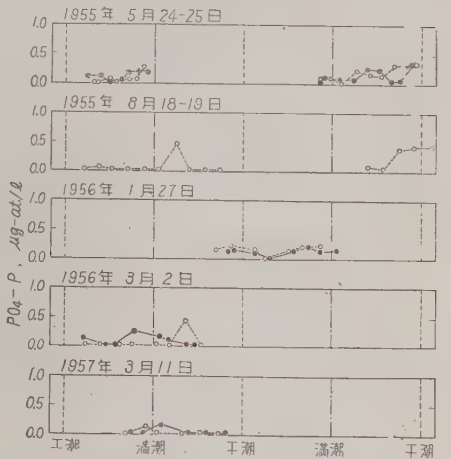
水質の時期的或は地域的な変化を論ずる場合には，その影響の程度を考慮せねば大きな誤りを犯す危険がある。この為第1表に示した如く，異つた時期に，3乃至13時間の潮間観測を行い，潮時の相違による水質の変化を検討した。これ等の結果はとりまとめて第2，3，4図に示した。観測点は第1図に示した川口の東寄りの T1 点及び川口附近の T2 点である。第2，3，4図では T1 点における変化は実線，T2 点におけるものは破線であらわした。



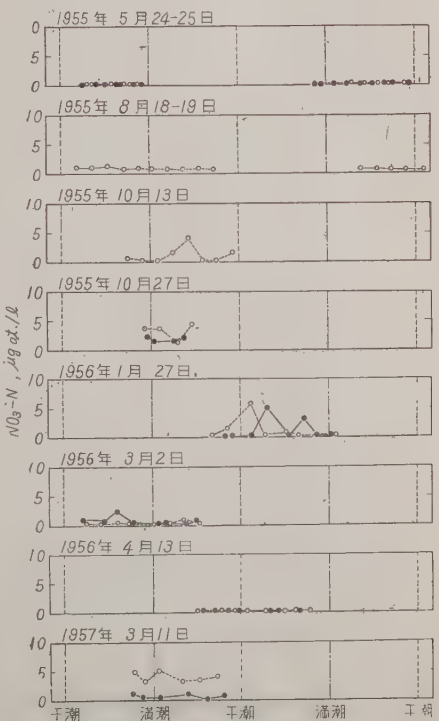
第2図　潮時による塩素量の変化
(T1 点：実線，T2 点：破線)

第2図は塩素量の変化を示し，T1 点では殆んど潮時による変化はなく，各時期共 18‰～19‰ の間にあるが，T2 点では変化範囲はかなり広く，干潮時に低下することがみとめられる。T2 点での養殖期における塩素量の変化範囲は 16～19 ‰ で，川の影響がうかがえるが，この点は大潮干潮時には干出する場所にあり，3 ‰ の変化範囲はむしろ小さく，川の影響が局限されていることを示している。

第3図及び第4図はそれぞれリン酸塩及び硝酸塩の潮時による変化を示す。これ等の図においても塩素量と同様に，概して T2 点における変化の方が T1 点におけるよりも大きい傾向が見られるが，潮時と各成分濃度の変化の間には，一義的な相関はみとめられない。しかし，その変化範囲は，高々リン酸塩 0.5μg at. $PO_4^{\equiv}$-p/l，硝酸塩 5 μg at. NO_3^--N/l 以内であり，沿岸としては比較的小さい。



第3図　潮時によるリン酸塩の変化
(T1 点：実線，T2 点：破線)



第4図　潮時による硝酸塩の変化
(T1 点：実線，T2 点：破線)

4. 水温及び水質の時期的変化の太勢

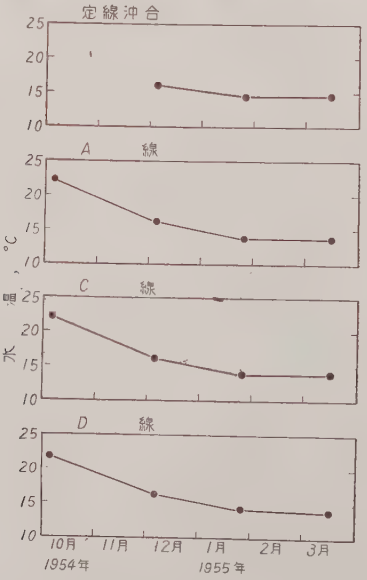
潮汐の影響程度がおさえられたので，水温及び水質の時期的変化の大勢を知るために，1954 年 10 月～1955 年 3 月の観測資料の中，A・C・D 線及び定線沖，河川のそれぞれ表層の値を第 5・6・7・8 図で比較した。第 1 図に見られる如く，C 線は川口附近の定線であり，A 及び D 線は C 線からそれぞれ東及び西に約 300 m 離れた定線である。何れの線も岸から約 200 m 沖合迄の点を含み，岸の点と沖合の点では，観測値にかなりの差があるが，その差は東西の差にくらべて一般に小さいので，ここでは東西の地域差に着目し，便宜的に各線上の点についての値を平均し，その平均値で各線を代表せしめた。定線沖（Ⅰ～Ⅲ）及び川（R 1・R 2）の値もそれぞれの点についての平均値である。

4.1. 水温の時期的変化

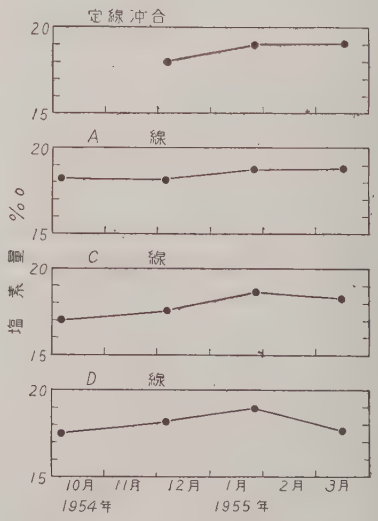
養殖期の水温の変化は第 5 図に示した如く，沖合・定線何れについても，23→12°C に変化する。ノリの生育は，当養殖場では，水温 15～16°C に相当する時期がもつともよく，品川湾[1]・金沢湾[2]等の 6°C，松川浦の 2～4°C で良い生育が見られるのと比較すれば甚だしく高い。従来，一般的にノリ場の水温は低温がよいといわれており，岩崎・松平[6]は松川浦で，南東風による水温の上昇が，局部的にノリに被害をあたえることを報告しているが，長井において暖水中でも生育がよく，むしろ急激な水温低下はノリに被害を与える等の事実は，単に高温がノリの生育に対して生理的に不適なのではなく，短期間における水温変化の傾度，或は他の要因，例えばバクテリヤのフロラ等が，水温と関連してノリの生育に影響することの 1 つの証左であると考えられる。

4.2. 塩素量の時期的変化

塩素量は第 6 図に見られるように，沿岸にあるにかかわらず高鹹で，17～19 ‰ の範囲にあり，大きな変化を示さず，沖合定線共全般に養殖後期に向つて増加する傾向があるが，C・D 線では期末近く再び低下する。この低下は川の影響によるものと考えられ，したがつて，川は川口の東側よりも西側に対してより大きな影響を及ぼしていることが推察される。ノリの生育は，かなり広範囲の塩素量にわたつてよく行われることは既に知られており，塩素量 16～18 ‰ では薬害に対する抵抗力が最も強く，アナグサレ病或いはシログサレ病も高塩素量ではおこりにくいことが報告[12]されているから，当養殖場のように，多量の淡水の流入によつて急激な塩素量の変化にさらされること



第 5 図 水温の時期的変化



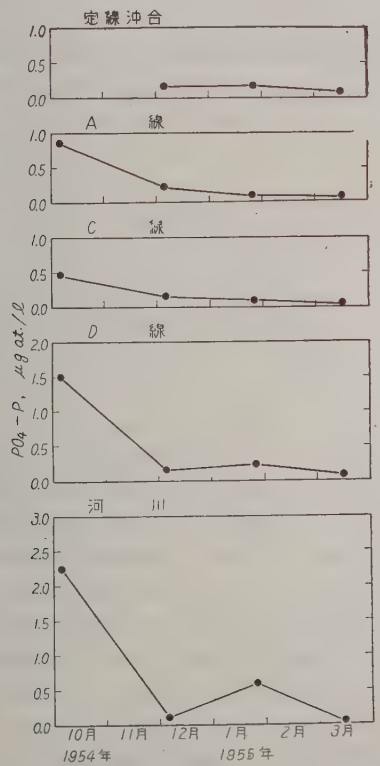
第 6 図 塩素量の時期的変化

の少ない場所は，かえつて好都合であり，塩素量すなわち塩分が，ノリの生育に影響を持つ場合は非常に少いと考えられる。

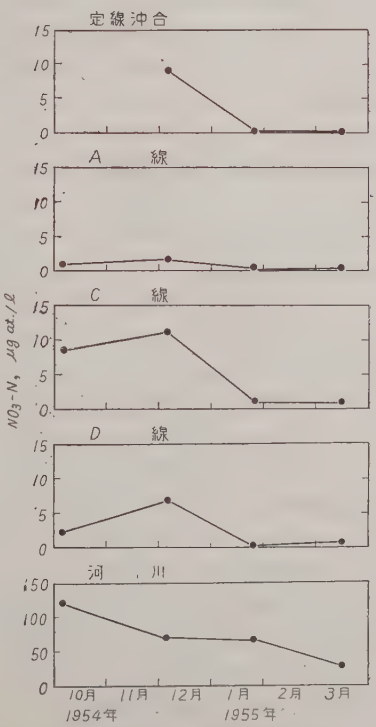
4.3. リン酸塩の時期的変化

第7図はリン酸塩の時期的変化を示す。ここで見られるように，リン酸塩の絶対量は，他の養殖場とくらべて多い方ではないが，養殖後期にむかつて明かに減少し，終業期には一番少い。定線沖合では，初期の資料を欠く為何ともいえないが，12 月以後は定線と同程度の含量を示す。河川はやや複雑に変化するが，10 月を除くほかは大した含量を示さない。

一方ノリの生育は，12 月迄良好で，年をこすと不良になる。このことは，リン酸塩含量の多い時期が生育，品質共に良好な時期，含量の減少した時期が，生育・品質共低下する時期に大々相当し，ノリの生育品質とリン酸塩含量との相関を示しているように見えるが，川水のリン酸塩含量も同じように変化し，また沖合の変化も類似している可能性があるので，この相関関係は速断出来ない。しかし，川の影響が平均的に一番大きいと考えられるC線よりも，A・D線にリン酸塩含量が高いこと，及びA・D線において養殖初期のリン酸塩は必ずしも沖合寄りに多くはないことから，養殖前期におけるリン酸塩含量の減少は，単に川水或は沖合の水の含量が，混合比の変化によつて反映したものではなく，主として現場における何等かの生物の消費によつてひきおこされたと考えるのが妥当であろう。養殖場でリン酸塩を消費する生物としては，ノリ以外に植物性プランクトンが考えられるが，この時期にはケイ藻その他の浮游生物が少かつたから，消費は大部分ノリによつて行われたと考られる。したがつてノリの生育状態から見て，養殖後期にはリン酸塩の欠乏状態がおこつていることが推察される。



第7図　リン酸塩の時期的変化



第8図　硝酸塩の時期的変化

4.4. 硝酸塩の時期的変化

硝酸塩の変化は第8図に示し，この図中では，川の水の含量は海水の 1/10 の尺度であらわした。図によれば，A・C・D線の硝酸塩は，リン酸塩とはやや異なり，12 月に最大を示し以後減少する。定線沖合も之等の定線と同様な傾向にあるが，河川では時期と共に減少する。この他，リン酸塩の変化との著しい相違は，川口のC線で含量が高く，D線がこれに次ぐこと，及び川水の含量がノリ場の含量に比し約 10 倍高いことである。したがつて，川と海の間の濃度傾度は大きく，12 月～1 月における養殖場の硝酸塩の減少には，リン酸塩の場合と同様に，ノリによる消費が干与していると考えられるが，その供給関係は複雑である。

すなわち，この場合，含量は川口のC線で一番高く，西側のD線が東側のA線を凌駕し，且つC線とD線の変化傾向は一致しているから，少くとも川口西側では川の影響を無視しえない。しかし，12 月～1 月のC・D線における硝酸塩の減少は，川の変化と一致せず，減少に相当する塩素量の増加も見られないから，単なる川水の混合比の変化によるものではない。一方定線沖合における硝酸塩の変化の型は，C・D線のものと類似しているが，これがむしろ養殖場の水質変化の反映であり，その逆でないことは，川から一番離れた沖合定点 Ⅲ（E線沖）で硝酸塩が少く，川口に近いⅠ・Ⅱ点で多くなつていることから推測される。このように養殖場における硝酸塩の平均的な変化には，川からの補給が関係しているが，著しい減少は主としてノリの消費によるものであり，後期にはリン酸塩同様欠乏状態にあることが推察される。

4.5. 栄養塩の時期的変化の一般的考察

上述したように，平均的な観点から，当養殖場では，塩素量は養殖期間を通じて大きな変化を示さないが，リン酸塩及び硝酸塩は時期的に変化し，養殖初期にはかなりの含量を示すにかかわらず，何れも生育の盛期から減少し始め，12 月にリン酸塩が，これに1ケ月以上おくれて硝酸塩が夫々殆んど無くなり，以後終業期迄欠乏状態が持続する。一方ノリの生育は，リン酸塩が欠乏状態に入るのと殆んど時期を同じくして悪くなる。このような変化は 1954 年～1955 年の養殖期に見られたものであるが，1955 年～1956 年においても，やや含量減少の時期が後にずれた以外は，全く同傾向を示した。

リン酸塩及び硝酸塩の現場における減少は，ノリの消費によることは前項迄に論議したが，之等の化合物の欠乏状態とノリの生育の不良時期が大体一致することは，養殖後期においては，之等栄養塩類の現場における含量が，ノリの生育の制限因子として働いていることを指唆し，更に当養殖場が東京湾内その他の養殖場にくらべて，終りが早いことと関連しているものと考えられる。

栄養塩の補給に関する川の影響は，リン酸塩については川水と養殖場の水の間の濃度傾度が小さい為に，殆んど無視しうるが，硝酸塩については川の含量が高いので無視し得ない。又川の直接の影響は局限されたものであるが，塩素量及び硝酸塩の変化から見て，川口の西側に大きく，したがつて平均的には養殖場の水は東から西に向つて動いていることが推定される。

リン酸塩と硝酸塩は夫々ノリの栄養にとつて重要であるが，その生理的意義は同一でなく，前者が主としてエネルギー代謝に関連すると考えられるに反して，後者は体構成物質の主要成分としての意義が大きく，之等の摂取比率はその生育条件によつて一定でない[13]。したがつて，現場における減少の時期的なずれの原因としては，補給の相違と同時に，生理的意義の差も当然考慮さるべきである。一方両者の海水中での再生は，リン酸塩が速度が早いのに比して，硝酸塩がアンモニア・亜硝酸の段階を経過し，各反応に干与するバクテリヤ群が異る為速度がおそい[14]。したがつて，再生速度の差が栄養塩の補給に関連する可能性もあるが，当養殖場では，アンモニア塩及び亜硝酸塩は硝酸塩に比して極めて少く，硝酸塩に関する限り，現場における再生に比して，川による補給の役割が大きいことが推察される。

以上の如く，リン酸塩と硝酸塩はその補給のされ方が異なり，又生理的意義も相違している事実は増殖管理上充分考慮されねばならない。又本養殖場においてノリの柵数増加と共に養殖期間が短縮された事実は施肥による増殖の可能性を示し，栄養塩の補給に関する将来の問題を提起している。

5. 養殖場内の地域差の検討

前節において，栄養塩の時期的な変化と関連して，養殖場内の水質の平均的な地域差についてもふれたが，1956 年～1957 年の養殖期には，更に細かく検討する為，第1表及び第1図に示した観測点で観測を行つた。之等の観測の主な結果は第2表に示した。

前節では，水質の時期的な変化を論ずる際に，各定線の値を平均して比較したが，ノリの現場における生育は一つの定線内においても一様でなく，ノリの生育という観点からは，5つの区域に分けて考えうる。すなわち，(1) A・B線の陸側，(2) A・B・C線の沖側，(3) D・E線の陸側，(4) D・E線の沖側，(5) 川口附近(C線陸側)，の5区域である。ノリの生育は (1)→(4) 区域の順によく，(5) の川口附近は必ずしも悪くはないが，生育が不安定で，時に生育が阻害される場合がある。したがつて，前節に述べたように，栄養塩の変化とノリの生育には，平均的に密接な関係があるのにかかわらず，栄養塩含量の多寡を直ちに生育の良否に結びつけることは出来ない。

川の影響は，平均的には川口西側に対して大きいが，第2表に見られるように，陸側では川口東側に対しても，かなり影響があり，第7点でリン酸塩・硝酸塩共含量が高い。しかし，沖側ではB4，C4点についてアンモニア塩以外は著しい含量は示さず，影響範囲の狭いことを示している。このように，第2表に見られる栄養塩の分布とノリの生育区域の良否は，一概に平行的な関係を示さないが，この養殖場で一番生育のよいといわれるA・B線の陸側では，川水の拡散が適度に行われて，栄養塩の濃度と何等かの阻害要因とのバランスがとれた状態にあるものと考えられる。この阻害要因は不明であるが，松江[2]は有機物の分解生成物であることを暗示しており，これは川口附近の生育が不安定なことと関連して，充分その可能性が認められ，今後の重要な研究課題である。

A・B・C線の沖側区域は，ここで問題とした川の影響は比較的少く，更に，東側の影響は受けている形跡がある。又，D・E線の陸側・沖側共，川からはかなり離れているが，先述したように，この養殖場における水の平均的な動きは西に向つており，同じ区域内でもD線寄りが生育がよくなつている。之等の川から離れた区域では，川からの栄養塩輸送が主な補給となろうが，一方沿岸では，潮汐の際に陸から地下水或はこれに準ずる形で補給されるものもかなり大きいのではないかと考えられる。

以上，養殖場内の各区域の生育の地域差は，本養殖場のように，比較的簡単な水塊群しか存在しない所においても，複雑に種々の因子が組合されてあらわれることが推察されるが，川による硝酸塩の補給と何等かの阻害要因の適度なバランスが，その要因の主なものであると結論される。

本研究に際し，御指導を賜つた東海区水産研究所海藻科の須藤博士，試料の採集に際して並々ならぬ御便宜を与えられた原田角左衛門氏に対し深く感謝する。

6. 摘　　要

ノリの生育と養殖場の水質との関連を，比較的簡単な水塊の混合状態において把握する目的で，神奈川県長井ノリ養殖場において，1954 年 10 月～1957 年3月の間に養殖期を主として観測を行い，海水中の栄養塩類の時期的，地域的変化の状態を考察し，次の結果を得た。

1. 養殖場は塩素量の変化等から見て外海性であり，潮時による栄養塩の変化は比較的小さい。
2. 水温は養殖期間中概して高温で，ノリの生育は 15～16°C の期間がよく，これは他養殖場と比較して甚だしく高い。
3. 塩素量の変化は小さく 17～19 ‰ の範囲にある。
4. リン酸塩・硝酸塩の含量は，養殖後期に向つて減少し，12 月下旬頃リン酸塩が，これに約1ケ月おくれて硝酸塩が殆んど無くなり，以後欠乏状態が終業期まで続く。この栄養塩の減少はノリの消費によるものと考えられる。
5. 栄養塩の欠乏と，ノリの生育の不良は時期的に一致し，施肥による増殖の可能性を暗示している。
6. 栄養塩の補給源としては，硝酸塩に関する限り，沖合からの補給・現場における再生に比し

第 2 表　栄　養　塩　類　の　地　域　的　分　布　(1956 年～1957 年)

地区	観測点	塩素量 ‰			ケイ酸態ケイ素 $SiO_3^{=}$-Si μg at./l			リン酸態リン $PO_4^{=}$-P μg at./l			アンモニア態窒素 NH_4^{+}-N μg at./l			亜硝酸態窒素 NO_2^{-}-N μg at./l			硝酸態窒素 NO_3^{-}-N μg at./l		
		12 月	1 月	3 月	12 月	1 月	3 月	12 月	1 月	3 月	12 月	1 月	3 月	12 月	1 月	3 月	12 月	1 月	3 月
沖合	a	19.04	19.22		6.8	13.5		0.00	0.00		0.3	0.0		0.00	0.00		0.29	1.0	
	b	19.05	19.21		10.7	12.5		0.00	0.32		0.0	0.0		0.00	0.36		0.43	5.7	
	c	19.03	19.21		10.3	13.5		0.00	0.00		0.0	0.0		0.00	0.00		0.36	0.57	
	d	19.03	19.21		13.5	13.5		0.00	0.00		0.0	0.1		0.00	0.00		0.21	0.64	
ノリ場外東側	2	19.04	19.19		13.5	13.5		0.26	0.00		0.0	0.0		0.29	1.00		0.36	0.00	
	3	19.04	19.18		12.1	19.2		0.23	0.00		0.0	0.0		0.29	0.86		0.21	0.00	
ノリ場沖側	B— 4	19.06	19.20	18.92	13.2	11.7	7.1	0.25	0.00	0.16	3.6	0.0	0.3	0.21	0.07	0.07	0.36	0.29	0.79
	C— 4	19.09	19.20		12.5	13.5		0.00	0.00		1.6	0.0		0.00	0.00		0.21	0.43	
	F— 4	19.04	19.18	18.84	11.0	13.5	8.9	0.05	0.00	0.10	0.0	0.0	0.8	0.00	0.00	0.07	0.43	0.43	1.0
ノリ場陸側	4	18.49	19.18		23.9	17.1		0.00	0.21		0.0	0.0		0.00	0.14		0.50	1.6	
	5	19.03	19.18	18.51	12,1	18.5	12.8	0.21	0.00		0.0	0.1	0.0	0.29	0.00	0.14	0.14	0.57	0.86
	6	18.79	19.17		16.7	43.8		0.00	0.00		0.0	0.0		0.00	0.07		0.71	2.6	
	7	18.73			210			0.43			3.6～7.1			0.14			71		
	8	18.98	19.17		15.7	29.2		0.00	0.65		0.0	1.1		0.00	0.21		0.64	2.4	
	9	18.81	19.02		18.5	24.6		0.00	0.00		0.0	1.4		0.00	0.00		0.57	1.0	
	10	18.30	18.73		23.9	28.1		0.00	0.11		0.0	0.0		0.00	0.14		0.43	3.9	
河川	R— 1				24.6			0.23			0.0			0.00			0.14		
	R— 2				505			1.61			7.1～14			0.00			64		

している。

て，川からの補給が大きい。

7. 養殖場の水は平均的に東から西に動いていると推定され，川口の西側で比較的川の影響が大きい。

8. 水中の栄養塩の含量とノリの生育は平均的に密接に関連しているが，養殖場内の生育の地域差と栄養塩の分布は，必ずしも一致せず，この地域差は，川からの硝酸塩の補給と何らかの生育阻害要因とのバランスに支配されていると推察される。

文　　献

1) 松江吉行，1936：“品川湾浅草海苔養殖の海洋化学的研究” 水産学会報，**7**，35—62.

2) 清水二郎・青山志麻次，1938：“金沢湾に於ける浅草海苔の養殖と肥料分との関係について（Ⅱ）” 養殖会誌，**8**，57—65.

3) 和田憲夫，1939：“松川浦の湖沼学的研究，特にアマノリ養殖場と栄養塩類分布との関係（Ⅰ）” 日本水産学会誌，**7**，(5)，302—304.

4) 佐野　孝，1955：“養殖海苔の色沢変化に関する研究　第1報水溶性色素の変化について” 東北海区水産研究所研究報告，第4号，3月.

5) 岩崎英雄・松平近義，1954：“松川浦アサクサノリ養殖場の研究（Ⅰ）．アサクサノリの窒素，燐含量に影響する環境要因に就て” 日本水産学会誌，**20**，(2)，112—119.

6) 岩崎英雄・松平近義，1954：“松川浦アサクサノリ養殖場の研究（Ⅱ）．可能生産力に就て” 日本水産学会誌，**20**，(5)，380—385.

7) 町田喜弘，1948：“Griess-Romijn 試薬に依る亜硝酸塩の比色定量法の検討” 日本化学会誌，**69**，176—178.

8) FUKAI, R., 1954：“Critical studies on the analytical methods for minor chemical constituents in sea water. Part 1. On the estimation of phasphate-phosphorus.” Jour. Oceanogr. Soc. Japan. **10**, (3), 112—120.

9) FUKAI, R., 1954：“Critical studies on the analytical methods for minor chemical constituents in sea water. Part 2. Some notes on the determination of silicats.” Jour. Oceanogr. Soc. Japan, **10**, (4), 201—209.

10) FUKAI, R., 1955：“Critical studies on the analytical methods for minor chemical constituents in sea water. Part. 3. Remarks on the method of estimation of nitrate-nitrogen.” Jous. Oceanogr. Soc. Japan, **11**, (1), 19—23.

11) 深井麟之助・小島静枝，1955：“海水中の微量化学成分分析法の検討（第4報）．アンモニア態窒素の間接比色法に就て” 日本海洋学会にて講演.

12) 野沢治治，1957：“ノリの非寄生性病について” 水産増殖，**4**，(4)，65—69.

13) IWASAKI, H. and C. MATSUDAIRA, 1956：“Studies on the physiology of a laver, *Porphyra tenera* KJELLM” Tohoku Jour. of Agricul. Res. **7**, (1), September.

14) FUKAI, R., 1952：“Seasonal variations of minor chemical constituents in the water of the Zunan-Kuroshio region—I. On nitrogen-phosphorus content ratis with the behaviors of nitrate and phosphate.” Bull. Chem. Soc. Japan, **25**, (5), 323—325.

On the Variations of Nutrient Salts in the Water of the Lavernursery located along the Coast of Nagai, Kanagawa Prefecture

Rinnosuke FUKAI, Shizué KOJIMA and Takeo MARUYAMA

Synopsis

In order to obtain the correlation between the growth of laver and the water quality of nurseries in a simple mode of mixing of water system, a series of observations have

been carried out in the nursery located along the coast of Nagai, Kanagawa Prefecture, from October 1954 to March 1957. On the basis of the results of observations, the following conclusions have been deduced.

1. In view of the variations of chlorinity the water in the nursery was considered to have oceanic character and, therefore, the variations of nutrient salts with tide were proved to be small.

2. In general, the water temperature in the period for the culture of laver was much higher when compared with those in other nurseries and the growth of laver was best during the period in which the temperature ranged from 15 to 16°C.

3. The chlorinity varied within a relatively small range from 17 to 19 ‰.

4. The content of phosphate or nitrate in the water decreased toward the end of the period for the culture. At the end of December and a month later, respectively, phosphate and nitrate almost disappeared and then the lack of nutrient salts was maintained until the period for the culture was over. The decrease of the nutirent salts may be attributed to the consumption by laver.

5. The fact that the period of the deficience for nutrient salts corresponds to that of the poorer growth of laver suggests the possibility to increase the crop of laver by fertilization.

6. As the source of supply for nitrate the replenishment from the river water may be larger than that from oceanic water or regeneration *in situ*.

7. It was estimated that the water in the nursery was moving from the east to the west.

8. Although the growth of laver was closely connected with the content of nutrient salts in the water on the whole, the local differences of the growth within the nursery did not always correspond to the distribution of the nutrient salts. The local differences may be caused by the balance between nitrate and some retarding material for growth discharged from the river to the nursery.

未利用水産動物の飼料化に関する研究—II*
底曳網漁業において混獲される未利用水産動物の飼料化ついて

東　秀雄・高山重嶺・村山繁雄・林　一朗・神田献二**

緒　　言

底曳網漁業においては，その漁獲目的とする有用魚類と共に種々の水産動物が混獲される。その混獲物の種類，量は漁場，漁期により異る。底曳網漁業で混獲される未利用水産動物（以下単に混獲物と記す）の量は日本全体ではかなり多量であろうと想像されてはいるが，今迄正確に調査されたことがない。現在これらの混獲物は操業現場において一般の食用魚類と撰別されてその大部分は海中に投棄されている。また操業現場で棄てられず漁港に水揚されるものもその殆どは肥料とされ，その一部のみが飼料として利用されているに過ぎない。いづれにしても飼肥料として利用されているものは混獲物の全量からみれば極く僅かである。

以東底曳及び以西底曳の両者を併せ日本全体では底曳網漁業による混獲物の量は決して軽視出来ない。これが飼料化を図ることを目的とし，以東底曳及び以西底曳の両者につきその混獲物の量及びその組成を調査し，又その一般成分，ビタミン含量などを測定し且つこれを飼料として活用する場合の処理法につき考えてみた。

1.　以東機船底曳網漁業の混獲物の量

以東底曳網漁業についてはモデルとして銚子地区をえらび実地調査を行い，その結果を参考として漁獲統計資料に基き全国以東底曳網漁業の混獲物の総量の推定を行つた。

1.1　銚子地区における中型機船底曳網漁業の混獲物***

冬期における銚子地区の底曳網漁業の混獲物について有意抽出で調査したが，漁獲物に対する混獲物の割合は10～30%に及んでおり，又その魚種組成にも甚だしい相違があることを認めた。（第1—1表参照）

年間の漁獲量に対する混獲物の割合を聞取調査したが，大体10～25%の範囲であり，夏期においては混獲物は沖合で投棄されている。

銚子地区における中型機船底曳網は打瀬と沖曳との二種に大別されるが，それぞれにより混獲物の割合及びその組成は異る。調査の結果によると第1—1表の如くである。写真I—XV参照

第1—1表　銚子地区における混獲物

漁業種別	毎航海当り混獲物の全漁獲量に対する割合 %	混獲物の種類（漁獲高順）
打　瀬	20～30	カレイ，シタヒラメ，四手ヒラメ，目光，カニ，エビ，オコゼ，ムツ，フグ，アナゴ，グチ，エイ，タコ（イイダコ），甲イカ，シヤコ，ウニ
沖　曳	10～15	ツバクロ（エイ），アカジ，トウジン，サメ，ドンコ（チゴダラ）

* 1957年8月20日受理東海区水産研究所業績A第57号

** 東京水産大学

*** この地方においてはこれら混獲物を雑魚（ゴダ）と通称する。

第 1—1 表により，混獲物の割合を打瀬については 25%，沖曳については 10% ととり，銚子地区においての打瀬及び沖曳の水揚統計により年間の月別混獲物漁獲量，漁網 1 統当り並びに 1 航海当りの混獲物漁獲量を計算すると第 1—2 表の如くになる。

第 1—2 表　銚子地区の底曳船一航海当り混獲物漁獲量

月	打瀬						沖曳					
	統数	航海数	混獲物獲量 kg	1統当り獲量 kg	1航海当り獲量 kg	月獲量/年獲量 %	統数	航海数	混獲物獲量 kg	1統当り獲量 kg	1航海当り獲量 kg	月獲量/年獲量 %
1	35	407	9,930	284	24.4	8.1	38	389	3,642	96	9.4	7.2
2	35	473	13,450	384	28.4	10.9	38	621	5,493	145	8.8	10.9
3	35	457	8,792	251	19.2	7.2	37	455	4,413	119	9.7	8.8
4	36	543	14,078	391	25.9	11.5	37	414	6,434	174	15.5	12.8
5	34	606	16,410	483	27.1	13.4	31	464	4,706	152	10.1	9.4
6	34	357	8,370	246	23.4	6.8	26	180	2,205	85	12.3	4.4
9	26	279	11,350	437	40.7	9.2	14	148	6,920	494	46.7	13.7
10	26	295	12,280	472	41.6	10.0	16	193	2,330	146	12.1	4.6
11	26	370	11,500	442	31.1	9.4	15	302	4,760	317	15.8	9.5
12	32	429	16,700	522	38.9	13.5	34	255	9,400	276	36.9	18.7
計	319	4,216	122,860	385	29.1	100.0	286	3,421	50,303	176	14.7	100.0

即ち年間の混獲物漁獲量は約 173,000 貫と推定され，7，8 両月を除き漁獲量の月別分布は打瀬，沖曳共に 12 月を最高とし 6 月を最低とする。

1.2　全国的に見た以東底曳網漁業の混獲物の総漁獲量

全国的に見ての以東底曳網漁業による混獲物の総量を推定することは困難であるが，以東底曳に

第 1—3 表　昭和 30 年度 1 隻曳以東中型機船底曳網混獲物量推定

	実着業統数	航海数 回	漁獲量（千貫）	混獲物量（千貫）
全　国　総　数	996	66,793	54,840	5,484
北海道海区総数	161	15,800	28,967	2,897
宗谷，網走，根室	67	9,093	20,901	2,090
釧路，十勝，日高，胆振，渡島	49	4,352	3,740	374
留萌，石狩，後志，桧山	45	2,355	4,326	433
太平洋海区総数	633	36,409	18,300	1,830
青森，岩手，宮城，福島，茨城	483	22,561	14,658	1,466
千葉，東京，神奈川，静岡，愛知，三重	122	10,615	3,013	301
和歌山，徳島，高知，愛媛，大分，宮崎	28	3,233	629	63
日本海区総数	202	14,584	7,573	757
青森，秋田，山形，新潟，富山，石川	79	9,061	1,271	127
福井，京都，兵庫，鳥取，島根，山口	122	5,513	6,278	628
福岡，佐賀，長崎，熊本，鹿児島	1	10	24	2
瀬戸内海区総数	0	0	0	0
和歌山，大阪，兵庫，岡山，広島，山口，徳島，香川，愛媛，福岡，大分	—	—	—	—

備　考　算出方法　　混獲物量を漁獲量の 10% と見做す
　　噸数階層　　総噸数 20 噸より 50 噸に至る

おいては混獲物量の総漁獲量に対する割合は全国を通じて一様に 10% であるとみなして農林統計により年間の混獲物の総量を計算すると第 1—3 表の如くになる。

北海道地域のものは他の地域の如き混獲物は少い時期もあるが一応混獲率を 10% とした。

以上の計算によると，以東底曳網漁業による混獲物の全国漁獲量は約 550 万貫と推定される。

2.　以西底曳網漁業の混獲物

以西底曳網漁業は二隻曳機船底曳網漁業とトロール漁業とに大別される。これら底曳網漁業では食用として有利に売れないものは操業現場で海中へ棄てられている。これらの棄てられている混獲物の実態について昭和 29 及び 30 の両年度に亘り調査した。

2.1　操業現場で廃棄されるもの（混獲物）

操業現場で海に棄てられるものを大別すると次の如く分類できる。

a)　稚　　魚

成魚は漁獲物として根拠地に陸揚される魚種であつても，エイ類，グチ類等の稚魚は商品価値のないため漁場において廃棄される。但しマダイ，レンコダイ，チダイのような商品価値の高い魚の稚魚は漁獲物として陸揚されている。

b)　損傷を受けた漁獲物

漁獲物の部類に入るべき成魚ではあるが，網目に刺さつていたため，或は漁獲物処理中に圧潰されたりしたため魚体に損傷を受けたものは棄てられる。この部類に入るものはウシノシタ類，グチ類のような魚体の軟いものが多い。

c)　根拠地へ帰港するまで鮮度の保持できないもの。

例えばガザミの如く漁獲後 2～3 日以内であれば食用になるが，根拠地まで氷蔵して帰港するまでに肉質が変化してしまい商品とならないものは棄てられる。但し漁場切揚げ間近になつて獲られ魚艙に余裕ある場合には漁獲物として収納されることもある。

d)　元来食用とならないもの。

例えばネヅミ，シビレエイ，ヒトデ，カラクサ，クラゲなどである。

e)　そ の 他

1 回操業当りの漁獲量が極く少量であるため廃棄されるものがある。例えばエビなどがこれである。なお漁獲物として収納される魚種のものであつても漁獲量が 1 箱に満たない極く少量の場合には半端物として投棄してしまう場合もある。

2.2　調査方法

昭和 29 年度においてはトロール船明石丸に 1 航海，昭和 30 年度においては二隻曳機船底曳網船（以下単に底曳船と呼ぶことにする）28東海丸に 1 航海乗船して漁獲現場において調査した。なお，これらの他，昭和 29 年度においてはトロール船 2 隻 3 航海及び底曳船 4 隻 5 航海に，又昭和 30 年度においてはトロール船 1 隻 2 航海及び底曳船 2 隻 3 航海にそれぞれ調査を依頼した。調査を依頼した場合にもその調査方法は下記の調査方法と同様な方法によつて行うように依頼した。

底曳網漁船の甲板上での漁獲物処理は次の方法で行われている。即ち Cod end が甲板上に揚げられ網口が開かれると，乗組員がパイスケと呼ぶ竹籠の中に手鈎を使つて魚種並びに魚体の大きさに従つて選別しながら取入れる。混獲物が多量の時には，漁獲物処理が困難となるため漁夫は混獲物を海中に投棄しつつ漁獲物処理を行う。特にクラゲの時にはこのような場合が多い。漁獲物に比して混獲物が少量の場合には漁獲物の処理が完了してから甲板上に残つたものを投げ棄てる。従つて混獲物の多い場合と少い場合とでは調査のやり方を次の如くに変えた。

混獲物の非常に多量の場合にはその量を測定することが困難である。よつて次の方法により行つた。先づ甲板上に取出される前に Cod end の膨らみによつて乗組員に全量を箱数で予測させる。そして漁獲物処理完了後に普通の漁獲物の箱数及び陸揚される雑魚の箱数とを算え，その合計した箱数を予測箱数から差引いた残を廃棄された混獲物の箱数とした。

1 網当りの混獲物の量が少い時には漁獲物処理作業の末期から海中へ棄て始めるので，この時か

ら廃棄されるものをトロ箱によつて計量しつつその箱数を記録した。混獲物の少量の場合には種々のものが混合しており，1網毎にその全量についてその種類及び数量を測定することは漁撈作業遂行上に支障を来すので，1網おきに，混獲物の全量が1箱未満の場合には，その全量につき，又1箱以上の場合は1箱抜取りの方法により1箱に含まれる混獲物の種類及び数量を測定して全量の組成を計算した。但しガザミについてはその全尾数を計数して1箱当りの平均尾数によつてその箱数を算出した。

2,3 調査結果

調査結果については調査員が乗船して調査した分と依頼調査によるものとを一括して第 2—1 表に示す。漁獲物量及び混獲物の量は中箱のトロ箱数で表わされている。混獲物の欄の下段の括弧内の数字はその種の混獲物の全漁獲量に対する百分率を示す。又「その他」というのは各種の漁獲物が少量づつ混合したものであつて，前記の混獲物の分類によると，a)，c) に属するものであつて，その内容はアブラグチ，ヒコチ，タモリ，ヒラ，クロシタ，アカシタ，タチ，キグチなどの魚類である。

第 2—1 表では混獲物の量を箱数で表わしているが，乗船調査の際に測定した結果によると，1箱当りの平均重量はイカ以下の魚類では 6.5 貫，イモは 7.5 貫，ヒトデは 5.5 貫，エビ，ガザミは 5.0 貫であつた。

この表で使つている動植物名などは必ずしも標準和名ではなく，漁獲乗組員の間で使われている俗名或は方言そのままを用いている。これらと標準和名並びに学名とを対比して第 2—2 表に写真を 1～23 に示す。

a) 混獲物の割合

第 2～1 表に示されるトロールについての調査資料 T_1～T_6 及び底曳船についての資料 S_1～S_9 の合計 15 資料を通覧すると，各資料毎に，即ち漁場，漁期によつて混獲物の組成にかなり，違いがあり，又漁獲量に対する混獲比率も航海毎に差があつて一定したものでないことがわかる。特にクラゲにおいてその差は甚だしい。クラゲは混獲物中の 50% 以上を占めるがその成分が他の混獲物とは著しく異るので処理法も別途に考える必要がある。

各資料毎にクラゲ以外の混獲物量を併せてその漁獲量に対する割合即ち混獲率を見ると，トロールについては，T_1—3.2%，T_2—8.1%，T_3—3.5%，T_4—4.4%，T_5—4.3%，T_6—17.8% を示しており，又底曳船では S_1—3.8%，S_2—5.4%，S_3—7.8%，S_4—1.5%，S_5—22.5%，S_6—0.3%，S_7—9.6%，S_8—3.3%，S_9—29.3% となつている。S_9 は非常に高い混獲率を示しているが，これはその内容を見ると台湾カナガシラが異常に多量に混獲されているためであり，特にその内の 300 箱は1曳網で獲られている。この時はこの魚種の特に濃密な群に遭遇したものと思われる。従つて上の S_9—29.3% という値をそのまま用いては後に記すような取扱をして底曳船による全混獲率を出すことは適当ではないと考えられるので，この時期に混獲されている台湾カナガシラの平均量を 15 箱と推定し S_9 におけるその混獲量を 85 箱として計算をやり直すとその混獲率は 4.1% となり，結局 S_9 の混獲物の混獲率は 15.4% と修正される。

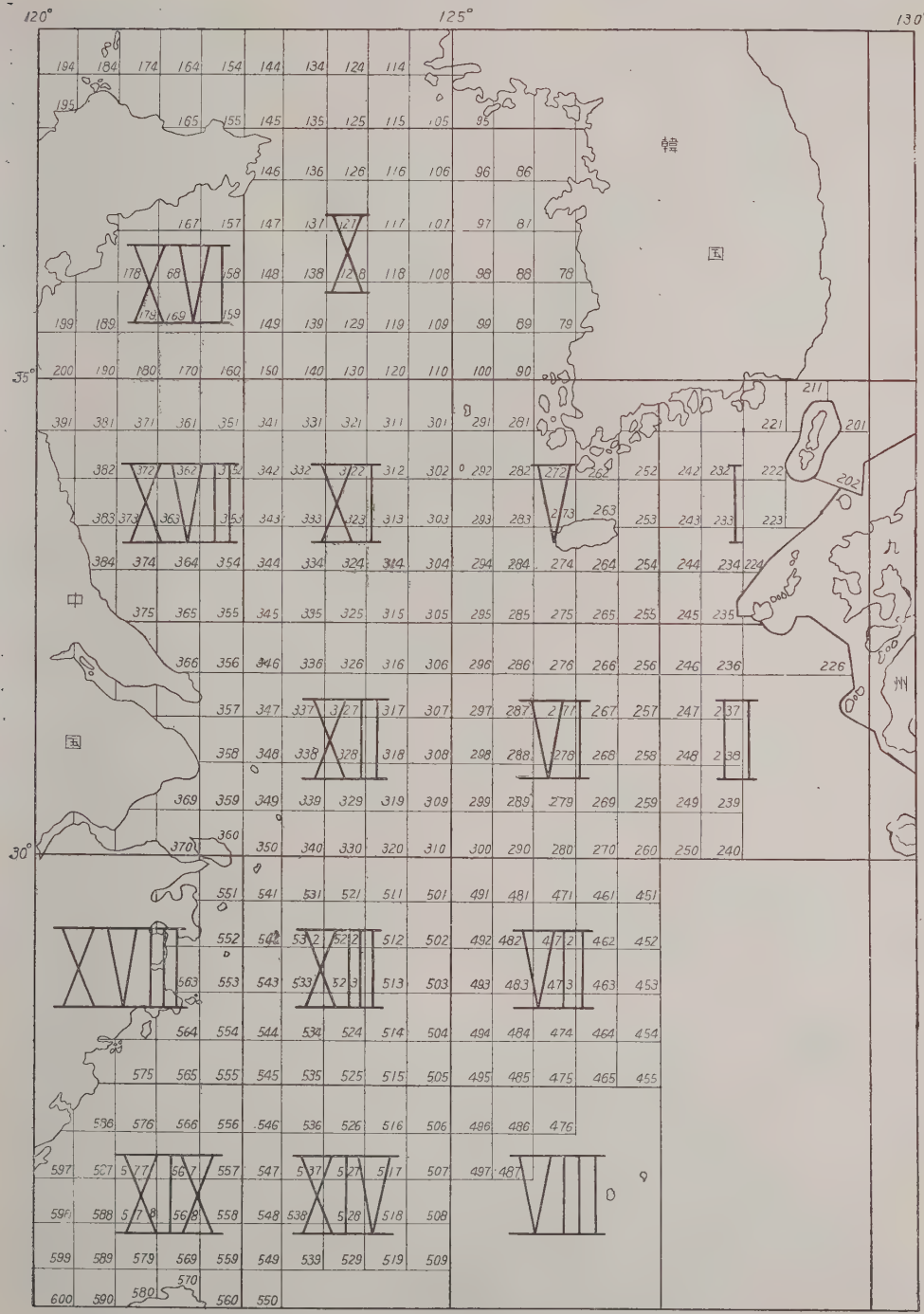
かようにして T_1～T_6 及び S_1～S_9 の資料をみるとクラゲ以外の混獲物の混獲率は最小 0.3% から最大 24.8% までの不同があるが，全漁獲量の大略 7% が混獲物となつている。但しこれにはクラゲは含まれていない。

b) 混獲物の量及びその組成の漁場による相違

混獲物となつている底魚類や底棲生物が漁場によつてその分布がどのようであるかを概観するため，第 2—1 表に表わされた調査資料を調査船の操業漁場（第1図）別に表わしてみると第2—3表の如くなる。

2.4 以西底曳網漁業に於ける混獲物量の推定

農林統計によつて昭和 29 年の1年間において以西底曳網漁業におけるトロール船及び底曳船の全曳網回数及びそれによる漁獲量を旧農林漁区別に見ると第 2—4 表の如くである。


120°
125°
130°
35°
30°
韓
国
中
国
九
州
XVII
X
XVI
XII
VII
XVIII
XIII
VI
XIX
XIV
VIII

第 1 図　　旧　農　林　漁　区　図

第 2—1 表 以 西 底 曳 に 於

	資料符号	船名	操業期間	曳網回数	漁獲量箱	廃棄混獲物 海藻	クラゲ	海綿	イモ	カラクサ	ヒトデ	ウニ
トロール	T_1	明石丸	29.10. 8～29.10.23	92	2,286.5		492.0 (21.5)		18.1 (0.8)	3.6 (0.2)	0.2 (—)	4.1 (0.2)
	T_2	千早丸	29.10. 9～29.10.23	86	1,840.5	1.0 (0.1)	652.2 (35.4)		15.0 (0.8)	5.5 (0.3)	4.3 (0.2)	1.3 (0.1)
	T_3	加茂丸	29.10.10～29.10.25	90	1,825.5				2.7 (0.1)		0.3 (—)	
	T_4	千早丸	29.10.30～29.11.13	95	1,670.5		311.5 (18.6)		14.5 (0.9)		0.3 (—)	0.5 (—)
	T_5	伏見丸	31. 1. 1～31. 1.18	82	1,652.0					44.7 (2.7)		
	T_6	伏見丸	31. 1.27～31. 2.13	100	854.5						5.0 (0.6)	
底曳船	S_1	19東海丸	29.10 .6～29.10.23	38	1,517.5		72.0 (4.8)					
	S_2	19東海丸	29.10.27～29.11.17	48	1,235.0		260.0 (21.1)					3.0 (0.2)
	S_3	173明石丸	29.11 .1～29.11.18	38	1,793.0		257.0 (14.3)				52.0 (2.9)	
	S_4	162明石丸	29.11.12～29.11.29	24	1,766.5							
	S_5	52大漁丸	29.11.12～29.12 .8	30	1,454.5		33.0 (2.3)		80.0 (5.5)	192.0 (13.2)	51.5 (3.5)	
	S_6	富士丸	30.12.22～31 .1 .6	53	1,430.0					4.0 (0.3)		
	S_7	福洋丸	31. 1. 2～31. 1.18	56	1,509.0		7.0 (0.5)	35.0 (2.3)		31.0 (2.1)	46.0 (3.0)	
	S_8	福洋丸	31. 1.30～31. 2.15	49	1,090.0						7.0 (0.6)	
	S_9	28東海丸	31. 2. 1～31. 2.19	58	2,054.0				20.4 (1.0)		7.5 (0.4)	
合計				939	23,979	1.0 (—)	2,084.5 (8.7)	35.0 (0.2)	150.7 (0.6)	280.8 (1.2)	174.1 (0.7)	8.9 (—)

第 2—2 表 以 西 底 曳

漁船乗組員の間で呼ばれる方言	通称和名	学名
クサ（海藻）	ヤツマタモク	*Sargassum patens* C. AG.
イモ	ハダカナマコ	*Pseudostichopus nudus* OHSHIMA
カラ草	テズルモズル	*Gorgonocephalus caryi* (LYMAN)
ヒトデ	アカニチリンヒトデ	*Solaster borealis* (FISHER)
	アステリヤス・アムレンシス	*Asterias amurensis versicolor* SLADEN
	ハダカモミヂガイ	*Dipsacaster pretiosus* (DÖDERLEIN)
貝	ウスハマグリ	*Pitar japonica*, KURODA
	テングニシ	*Hemifusus ternatanus* (GMELIN)
	マルサルボウ	*Anadara nipponensis* (PILSARY)
	チョウセンエゾボラ	*Neptunea cumingii* (CROSSE)
	イタヤガイ	*Pecten lagueatus* (SOWERBY)
アカエビ	クダヒゲエビの一種	*Solenocera promsinentis* KUBO
	ミナミアカザエビ	*Nephrops thomsoni* BATE
ガザミ	ガザミ	*Neptunus priluberculatus* MIERS
オコゼ	オニオコゼ	*Inimicus japonicus* (CUVIER et VALENCIENNES)
アンコウ	アンコウ	*Lophiomus setigerus* (VAHIL)
台湾カナガシラ	キホウボウ科の一種	*Peristediidae* sp.
ネズミ	ネズミヒゲ	*Coelorhynchus japonicus* (T. & S.)

け る 混 獲 物 調 査 結 果

箱 の 量 及 び そ の 漁 獲 量 に 対 す る 割 合

貝	エビ	ガザミ	イカ	オコゼ	アンコウ	カナガシラ台湾	サメ	ネズミ	エイ	カレイ	カナガシラ	クログチ	その他	合計
3.9 (0.2)	1.6 (0.1)	21.5 (0.9)						1.7 (0.1)	14.3 (0.6)	0.2 (—)			2.5 (0.1)	563.7 (24.7)
13.5 (0.7)	2.5 (0.1)	20.0 (1.1)							17.5 (1.0)				67.7 (3.7)	800.3 (43.5)
2.0 (0.1)	3.5 (0.2)	6.4 (0.4)						0.3 (—)	20.0 (1.1)				22.8 (1.2)	58.0 (3.2)
1.8 (0.1)													56.1 (3.4)	384.7 (23.0)
1.5 (0.1)													24.2 (1.5)	70.4 (4.3)
			56.5 (6.6)				4.0 (0.5)			5.5 (0.6)			81.0 (9.5)	152.0 (17.8)
		3.0 (0.2)							6.5 (0.4)	49.0 (3.2)				130.5 (8.6)
15.0 (1.2)		10.0 (0.8)							4.0 (0.3)	35.0 (2.8)				327.0 (26.5)
	2.3 (0.1)	60.0 (3.3)								23.0 (1.3)			2.0 (0.1)	396.3 (22.1)
		1.1 (0.1)	0.9 (0.1)						6.2 (0.4)	13.4 (0.8)			4.1 (0.2)	25.7 (1.5)
		5.0 (0.3)												361.5 (24.8)
														4.0 (0.3)
										34.0 (2.2)				153.0 (10.1)
			26.0 (2.4)						2.0 (0.2)	1.0 (0.1)				36.0 (3.3)
			16.3 (0.8)	17.0 (0.8)	11.5 (0.6)	370.0 (18.0)			28.5 (1.4)	31.7 (1.5)	95.1 (4.6)	1.3 (0.1)	2.2 (0.1)	601.5 (29.3)
37.7 (0.2)	9.9 (—)	127.0 (0.5)	99.7 (0.4)	17.0 (0.1)	11.5 (0.1)	370.0 (1.5)	4.0 (—)	2.0 (—)	99.0 (0.4)	192.8 (0.8)	95.1 (0.4)	1.3 (—)	262.6 (1.1)	4,064.5 (16.9)

混 獲 物 の 種 類

漁船乗組員の間で使われる方言	通称和名	学名
シビレエイ	ネムリシビレエイ	*Crassinarke dormitor* TAKAGI
	シビレエイ	*Narke japonica* T. & S.
スエイ	トバカスベ	*Raja porosa* GÜNTHER
アカエイ	アカエイ	*Dasyatis akajei* (MÜLLER & HENLE)
メタカガレイ	メイタカレイ	*Pleuronichthys cornutus* (T. & S.)
ミズガレイ	ムシガレイ	*Eopsetta grigorjewi* (HERZENSTEIN)
ササガレイ	ヤナギムシガレイ	*Tanakius kitaharae* (JORDAN et STARKS)
カナガシラ	カナガシラ	*Lepidotrigla microptera* GÜNTHER
クログチ	クログチ	*Nibea nibe* (JORDAN et THOMPSON)
アブラグチ	コニベ	*Johnius belegerii* (CUVIER & VALENCIENNES)
ヒゴチ	ウバゴチ	*Parabembras curtus* (TEMMINCK et SCHLEGEL)
タモリ	セトダイ	*Hapalogenys mucronatus* (EYDOUX & SOULEYET)
ヒラ	ヒイラ	*Ilisha elougata* (BENNETT)
クロシタ	クロウシノシタ	*Rhenoplagusia Japonica* (T. & S.)
アカシタ	セトイヌノシタ	*Cynoglosssus brunneus* REGAN
タチウオ	タチウオ	*Trichiurus japonicus* (TEMMINCK et SCHLEGEL)
キグチ	キングチ	*Pseudosciaena manchurica* (JORDAN & THOMPSON)

第 2—3 表　以西底曳の

	漁場	資料符号	曳網回数	漁獲量箱	藻海	クラゲ	海綿	イモ	カラクサ	ヒトデ	ウニ
トロール底曳船	V	T_3	2	43.0							
		計	2	43.0							
	VI	T_1	50	1,151.5		232.0		10.9	3.1	0.1	
		T_2	57	587.5	1.0	603.0		13.0			
		T_3	34	320.0							
		T_4	95	1,670.5		311.5		14.5		0.3	0.5
		計	236	3,729.5	1.0	1,146.5		38.4	3.1	0.4	0.5
	X	T_5	5	51.5							
		計	5	51.5							
	XI	T_1	13	656.5		39.0			0.5	0.1	
		T_2	13	587.5		28.0			5.5	2.0	
		T_3	40	1,335.5				2.7		0.3	
		T_5	77	1,600.5					44.7		
		T_6	103	854.5						5.0	
		計	243	5,034.5		67.0		2.7	50.7	7.4	
	XII	T_1	29	478.5		221.0		7.2			4.1
		T_2	16	117.0		21.0		2.0		2.3	1.3
		T_3	14	127.0							
		計	59	722.5		242.0		9.2		2.3	5.4
底曳船	V	S_2	5	194.0		87.0					
		S_3	2	253.0		65.0					
		計	7	447.0		152.0					
	VI	S_1	8	700.0		34.0					
		S_2	15	407.0		25.0					3.0
		S_3	5	200.0		129.0					
		S_9	2	58.0							
		計	30	1,365.0		188.0					3.0
	X	S_3	4	180.0		8.0				5.0	
		S_7	18	445.0						44.0	
		計	22	625.0		8.0				49.0	
	XI	S_3	11	711.0		28.0				23.0	
		S_4	10	880.0							
		S_5	14	981.5		26.0			17.0	3.5	
		S_6	43	786.0					4.0		
		S_7	38	1,064.0		7.0	35.0		31.0	2.0	
		S_8	33	649.0						7.0	
		計	149	5,071.5		61.0	35.0		52.0	35.5	
	XII	S_1	21	532.5		38.0					
		S_2	28	634.0		148.0					
		S_3	10	644.0							
		計	59	1,810.5		186.0					
	XIII	S_1	9	285.0							
		S_8	16	441.0							
		S_9	26	915.0				20.4		5.3	
		計	51	1,641.0				20.4		5.3	
	XIV	S_9	25	881.0						0.5	
		計	25	881.0						0.5	
	XVI	S_3	16	449.0		27.0				24.0	
		S_4	15	201.5							
		計	31	650.5		27.0				24.0	
	XVII	S_4	9	685.0							
		S_5	16	473.0		7.0		80.0	175.0	48.0	
		計	25	1,158.0		7.0		80.0	175.0	48.0	
	XVIII	S_9	5	200.0						1.7	
		計	5	200.0						1.7	

旧農林漁区別調査結果

貝	エビ	ガザミ	イカ	オコゼ	アンコウ	台カラナガシ湾	サメ	ネヅミ	エイ	カレイ	カラナガシ	クログチ	その他	合計
		0.3											0.7	1.0
		0.3											0.7	1.0
	1.4	1.8						1.7	10.3	0.2			0.7	262.2
1.0	2.0	7.0							13.2				40.7	680.9
2.0	3.0	9.3						0.3	4.2				4.5	23.3
1.8													56.1	384.7
4.8	6.4	18.1						2.0	27.7	0.2			102.0	1,351.1
													2.5	2.5
													2.5	2.5
0.1	0.2	0.2							0.7				1.0	41.8
1.5	0.5								1.0				15.0	53.5
	3.0	2.3							15.8				15.1	39.2
1.5													21.7	67.9
			56.5				4.0			5.5			81.0	152.0
3.1	3.7	2.5	56.5				4.0		17.5	5.5			133.8	354.4
3.8		19.5							3.3				0.8	259.7
11.0		13.0							3.3				12.0	65.9
		12.0											2.5	14.5
14.8		44.5							6.6				15.3	340.1
									1.0					88.0
														65.0
									1.0					153.0
		3.0							3.5					40.5
8.0		3.0							3.0	2.0				44.0
	2.3													131.3
8.0	2.3	6.0							6.5	2.0				215.8
		2.0								22.0				37.0
										34.0				78.0
		2.0								56.0				115.0
										1.0				52.0
							1.0						0.5	1.5
														46.5
														4.0
														75.0
			26.0						2.0	1.0				36.0
			26.0				1.0		2.0	2.0			0.5	215.0
									3.0	40.0				81.0
7.0		7.0								33.0				195.0
7.0		7.0							3.0	73.0				275.0
										9.0				9.0
			10.1		5.1				8.8	11.9	28.1	0.4	0.9	91.0
			10.1		5.1				8.8	20.9	28.1	0.4	0.9	100.0
				17.0		370.0			18.0	13.5	67.0			486.0
				17.0		370.0			18.0	13.5	67.0			486.0
		58.0												109.0
		1.1	0.9						1.0	5.6			1.5	10.1
		59.1	0.9						1.0	5.6			1.5	119.1
									5.2	7.8			1.1	14.1
		5.0												315.0
		5.0							5.2	7.8			1.1	329.1
			6.2						1.7	6.3		0.9	1.3	24.5
			6.2						1.7	6.3		0.9	1.3	24.5

第 2—4 表　以西底曳の旧農林漁

	旧農林漁区	Ⅰ	Ⅱ	Ⅴ	Ⅵ	Ⅶ	Ⅷ	Ⅹ
トロール	曳網回数　(回)	12	—	1,389	4,389	3	—	735
	漁獲量(中箱)(箱)	289	—	55,071	84,852	49	—	19,859
底曳	曳網回数　(回)	21,662	6,655	4,448	70,551	25,813	64	15,677
	漁獲量(中箱)(箱)	404,976	160,952	104,306	1,509,633	504,248	1,490	518,308

第 2—5 表　以西底曳の混獲物の旧

	漁場(旧農林漁区)	漁獲量箱	海藻	クラゲ	海綿	イモ	カラクサ	ヒトデ	ウニ	貝	エビ
トロール	Ⅰ, Ⅴ, Ⅵ, Ⅶ	140,261	(0.03) 42	(30.39) 42,625		(1.02) 1,430	(0.08) 112	(0.01) 14	(0.01) 14	(0.13) 182	(0.17) 238
	Ⅹ, ⅩⅠ, ⅩⅥ, ⅩⅦ	561,687		(1.32) 7,414		(0.05) 281	(1.00) 5,617	(0.15) 842		(0.06) 337	(0.07) 393
	ⅫⅢ, ⅩⅣ, Ⅹ, Ⅷ, ⅩⅨ	278,641		(33.49) 93,317		(1.27) 3,539		(0.32) 892	(0.75) 2,090	(2.05) 5,712	
	計	980,589	42	143,356		5,250	5,729	1,748	2,104	6,231	631
底曳船	Ⅰ, Ⅱ, Ⅴ, Ⅵ, Ⅶ, Ⅷ	2,685,605		(18.76) 503,819					(0.17) 4,566	(0.44) 11,817	(0.13) 3,491
	Ⅹ	518,308		(1.28) 6,634				(7.84) 40,635			
	ⅩⅠ	1,298,150		(1.20) 15,578	(0.69) 8,957		(1.02) 13,241	(0.70) 9,087			
	ⅫⅢ	1,719,784				(1.24) 21,325		(0.32) 5,503			
	ⅩⅣ	190,329						(0.06) 114			
	ⅩⅥ	653,015		(4.15) 27,100				(3.69) 24,096			
	ⅩⅦ	244,445		(0.60) 1,467		(6.90) 16,867	(15.10) 36,911	(4.14) 10,120			
	ⅩⅧ, ⅩⅨ	993,003						(0.85) 8,441			
	計	9,856,678		714,350	8,957	38,192	50,152	97,996	4,566	17,878	3,491
以西底曳漁場総計		10,838,288	42	857,706	8,957	43,442	55,881	99,744	6,670	24,109	4,122

区別年間曳網回数及び漁獲量

XI	XII	XIII	XIV	XVI	XVII	XVIII	XIX	合計
14,978	552	1,166	17	140	144	1,549	8,917	33,991
534,702	11,960	27,714	870	3,625	3,501	37,302	200,795	980,589
47,801	67,265	66,915	6,885	19,716	7,517	14,352	20,246	394,847
1,298,150	1,554,009	1,719,784	190,329	653,015	244,445	413,778	579,255	9,856,678

農林漁区別及び種類別調査結果

ガザミ	イカ	オコゼ	アンコウ	カナガシラ台湾	サメ	ネズミ	エイ	カレイ	カナガシラ	クログチ	その他	合計
(0.49) 687						(0.05) 70	(0.73) 1,024	(0.01) 14			(2.72) 3,815	(35.84) 50,270
(0.05) 281	(1.11) 6,235				(0.08) 449		(0.34) 1,910	(0.11) 618			(2.68) 15,054	(7.02) 39,430
(6.16) 17,164							(0.91) 2,536				(2.12) 5,907	(47.07) 131,156
18,132	6,235				449	70	5,470	632			24,776	220,856
(0.33) 8,862							(0.41) 11,011	(0.11) 2,954				(20.35) 546,521
(0.32) 1,659								(8.96) 46,440				(18.40) 95,369
	(0.51) 6,621				(0.02) 260		(0.04) 519	(0.04) 519			(0.01) 130	(4.24) 55,042
(0.39) 6,061							(0.17) 2,642	(4.00) 62,627				(15.24) 236,831
	(0.62) 10,663		(0.31) 5,331				(0.54) 9.287	(1.27) 21,841	(1.71) 29,408	(0.02) 344	(0.05) 860	(6.09) 104,734
		(1.93) 3.673		(9.65) 18,367			(2.04) 3,883	(1.53) 2,912	(7.60) 14,465			(22.81) 43,414
(9.09) 59.359	(0.14) 914						(0.15) 980	(0.86) 5,616			(0.23) 1,502	(18,31) 119,567
(0.43) 1,051							(0.45) 1,100	(0.67) 1,638			(0.09) 220	(28.42) 69,471
	(3.10) 30,784		(3.20) 31,779				(0.85) 8,441	(3.15) 31,281		(0.45) 4,469	(0.65) 6,455	(12.55) 121,645
76,992	48,982	3,673	3.7108	18,367	260		37,863	175,828	43,873	4,813	9,167	1,392,594
95,124	55,217	3,673	37,108	18,367	709	70	43,333	176,460	43,873	4,813	33,943	1,613,450

第 2—3 表と第 2—4 表とを比較してみると，調査船が操業しなかつた漁区でも他のトロール船或は底曳船が操業して漁獲をあげているものがある。即ちトロールについては I，VII，XIII，XIV，XVI，XVII，XVIII，XIXの各漁区，又底曳についてはI，II，VII，VIII，XIXの各漁区がそれである。又調査船の操業回数も少いし時期的にも限られた期間のものであるから，かような調査資料に基いて全操業漁場の 1 年間の混獲物の量と推定するならば相当の誤差をもつことは充分考えられる。しかし本調査の目的が漁獲物の飼料化をはかるため，混獲物の量がどれ位あるかを概算するにあつたので混獲物の推算には次のような方法を採つた。

a)　トロールの場合

全操業漁場を旧農林漁区番号を用いて（I，V，VI，VII），（X，XI，XVI，XVII）及び（XII，XIII，XIV，XVIII，XIX）の 3 漁区に区分し，調査船によるV，VI区の資料をもつて（I，V，VI，VII）漁場を，X，XI区の資料で（X，XI，XVI，XVII）漁場を，またXII区の資料で（XII，XIII，XIV，XVIII，XIX）漁場を推算する。

b)　底曳船の場合

全操業漁場を（I，II，V，VI，VII，VIII），（X），（XI），（XII），（XIII），（XIV），（XVI），（XVII）および（XVIII，XIX）の 9 漁場に区分し，（X）～（XVII）の各漁場についてはそれぞれに対する調査資料により，また調査のない漁区を含むものについては V，VI区の調査資料で（I，II，V，VI，VII，VIII）漁場を，XVIII区の資料で，（XVIII），XIX）漁場を推算する。

かようにして旧農林漁区別に表わされている第 2—4 表の資料を上記の漁場区分に従つてまとめ，それぞれの漁場区分毎に漁獲量に対する混獲物の比率をその種類毎に計算すると第 2—5 表の各項の上段括弧内に示す数字の如くになる。

一方第 2—3 表に示されている旧農林漁区別の漁獲量も同様に上記 a) および b) の漁場区分毎にまとめると第 2—5 表の漁獲量の欄に示す如くになり，これと前に求めた混獲物の漁獲量に対する比率とによつて各漁場区分における混獲物の量を種類毎に計算すると第 2—5 表の各項の下段に示す如くに求められる。

かようにして計算されたものを集計すると年間混獲物の量は総計 1,613,450 箱と積算される。

1 箱当りの重量は混獲物の種類により異るから，箱上調査により得られた各種類別 1 箱当りの平均重量を用いて換算すると第 2—6 表の如くになり，クラゲ，海藻などを除外して，以西底曳網漁業全体では年間約 443 万貫（約 16,600 ton）の漁獲物が廃棄されていることになる。

第 2—6 表　以西底曳における利用し得べき廃棄物量

廃棄物種別	廃棄物箱数	1箱当り重量（貫）	廃棄物量貫
イカ，その他魚類	417,566	6.5	2,714,179
エビ，ガザミ	99,246	5.0	496,230
ヒトデ，ウニ，カラクサ	162,295	5.5	892,622
イ　モ	43,442	7.5	325,815
計			4,428,846

3.　底曳網漁業の混獲物の成分

混獲物の飼料的価値を知るために以東底曳および以西底曳網漁業の混獲物につき一般成分，ビタミン含量などを測定した。

3.1　以東機船底曳網漁業の混獲物の分析結果

a)　愛知県三谷および和歌山県沖底曳雑魚類

愛知県は養鶏が盛であり，深海底曳漁獲物は養鶏飼料として既に古くから使われている。従つて愛知県では底曳で漁獲される雑魚類は一般に食用とされている大衆向の魚と価格もそれ程違わない。従つて愛知県で水揚される底曳の雑魚類は本報でいう未利用水産動物には該当しない。しかしこれ

らの雑魚類も他の地方の底曳漁業の混獲物と同種のものが多いから，参考のためこれら雑魚類の成分を調べることにした。

昭和 30 年5月愛知県水産試験場の好意により入手した試料につき分析を行つた。その結果は第3—1 表に示す通である。

第 3—1 表　愛知県三谷に於ける底曳網混獲物の分析結果

	肉の含油量 %	ビタミンA含量 肉 I.U./100g	ビタミンA含量 内臓 I.U./g	ビタミンB_2 含量 γ/100g	ビタミンB_6 含量 γ/100g	ビタミンB_{12} 含量 γ/100g
サギブエ	2.56	184	176	500	370	5.6
アオメエソ（俗名メヒカリ）	8.60	107	260	250	70	6.6
イトコ（俗名）	1.86	33	160	190	100	8.0
ニギス	5.78	76	1,045	240	110	3.4
キンメ	0.89	30	35	230	170	6.9
オキアナゴ	1.69	71	23	88	80	4.6
フジクジラ		43	肝臓 470	肝臓 200		
ムニダ（俗名）（エビの一種）		全魚体 194		130	60	3.2
ナマコ				38	30	5.6
ホヤ				88	50	4.1
クモヒトデの類				88		4.6
イトマキヒトデ内臓						7.5
カシパン内臓						16.9

この表に示す魚類のビタミン類含量は一般に食用とれさている魚類のビタミン類含量と大同小異である。

b)　銚子沖底曳の雑魚類

銚子沖の200～300尋の海底は古くから底曳漁場として知られている。漁業者はこの漁場から主としてエビ類を漁獲しているが，これに混つて多量の小型の雑魚類が混獲されている。この混獲物は以西底曳の場合とは異り海中に投棄せられることなく他の有用漁獲物と共に水揚され，その大部分は肥料用に向けられている。混獲物の内容は以西底曳，愛知県沖底曳の雑魚類と似たものが多く見られる。

これらの混獲物の種類は非常に多く，いづれも小型で外観も好ましくないものが多い。これらの混獲物のうち比較的多く見られる魚類4種を選んでそのビタンB_2 および B_{12} の含量を測定した。その結果は第 3—2 表に示す如くである。

第 3—2 表　銚子沖底曳網混獲物の分析結果

	重量 g	含油量 %	ビタミンB_2 含量 γ/100g	ビタミンB_{12} 含量 γ/100g
イソメクラ Eptutretus bürgerii	140		400	3.7
ハシナガアナゴ Oxyconger leptograthus Bleeker	115		150	2.2
ユメナマコ	83	1.72	140	0.47
Enypinastes eximia クロコザメ	26	8.17	190	1.2

3.2　以西底曳網漁業の混獲物の分析結果

昭和 29 年 12 月東支那海でトロール船明石丸の採取した混獲物資料（第 3—3 表）を冷凍しておき随時取出して一般分析およびビタミン類含量の測定を行つた。その結果を第 3—4 表に示す。

第 3—3 表　以西底曳混獲物（明石丸採取分）

資料番号	漁獲月日	漁場区	内容	備考
No. 1.	10. 21	296 区 (第74次網)	カラクサ，ヒトデ，イタヤガイ，スエイ，エビ，雑魚	雑魚は鮮度不良のため廃棄されたもの，赤シタ黒シタが大部分
No. 2.	10. 22	305 区 (第84次網)	ワタリガニ，カラクサ，赤エビ，雑魚	
No. 3.	10. 23	305 区 (第88次網)	スエイ，貝，赤エビ，ヒトデ，カラクサ，シビレエイ，ネヅミ，ナマズ	
No. 4.	10. 23	305 区 (第90次網)	ワタリガニ，スエイ，キグチ，シタ，ヒラ，タモタ，アブラグチ，メタカレイ，シビレエイ，ヒゴチ	

第 3—4 表　以西底曳漁獲物分析結果　（一般分析は東京水産大学須山三千三氏に依る）

	水分	粗蛋白	粗脂肪	グルコース	灰分	ビタミンA 油 1g中 ノ I.U.	ビタミンB_2 無水物100g中ノ γ	ビタミンB_{12} 無水物100g中ノ γ	備考
キグチ	69.98	19.04	5.38	0.26	3.60	140.0	560	20.0	
アブラグチ	70.37	18.10	5.50	0.33	3.63	304.0	500	12.4	1尾約21g
ヒラ	69.53	20.23	4.59	0.41	3.43	76.5	560	10.5	1尾約40g
アカシタ	70.24	20.55	3.35	0.41	3.30	) 87.8	470	8.2	) 1尾約38g
クロシタ	70.46	20.33	3.41	0.41	3.40				
ヒゴチ	69.33	19.96	2.88	0.71	5.33				
セトダイ	69.04	19.94	3.17	0.38	6.21	103.0	670	25.1	1尾約91g
タチウヲ	69.29	20.05	5.14	0.71	3.75				
メタガレイ	70.75	20.81	2.05	1.46	3.90	10.8	810	10.6	
ササガレイ	71.06	19.98	2.50	0.83	3.41				
アカエビ	71.02	20.10	1.38	1.29	3.84				
ツノエビ	70.85	20.86	1.98	1.01	3.49		) 380	2.8	
トバカスベ	73.07	20.49	2.15	0.40	2.25	肉 163 肝臓2,910 肉 49.7 肝臓 305	肉 230	肉 2.1	1尾重量 450g 肝臓重量 8.8g
シビレエイ	77.57	16.92	1.78	0.13	2.17		550	9.3	1尾全長 22.5cm 全重量175g 肝臓重量 6.2g
ガザミ	66.85	17.45	1.32	0.65	11.45				
ウニ	54.39	4.30	0.35	0.00	36.63				
テヅルモヅル	62.02	10.58	2.25	—	19.59		生100g中160	生100g中10.6	
二枚貝	60.36	28.50	2.68	3.14	2.56		350	17.1	殻を除いた値
アカニチリンヒトデ								盲嚢100g中 5.4 生殖腺 100g中 2.3	

備考　1)　ウニ，テヅルモヅル，二枚貝を除く他の試料は 120～150°C，30 分間煮熟した後，全魚体を均一に摺潰してサンプリングした。

2)　二枚貝は殻を除いた値

3)　凍結中の乾燥は一般に多いようである。

第 3—4 表に見られる如く，試料の水分含有量は若干低い値を示している。これは相当長期に亘り冷凍貯蔵したためと思われる。これら混獲物の中で，魚類の粗蛋白質，粗脂肪含量は一般に食用とされている魚類と大差ないが，灰分含量は多少高い価を示している。ビタミン類の含量は一般魚類の成魚のビタミン含量と大差ない。即ち底曳漁業で混獲される魚類は小型ではあるが，ビタミン類特に A_1，B_2 などの含量からみると，これらの魚類は幼魚ではなく成魚であることを示している。

4.　底曳網漁業おける混獲物を飼料化する場合の問題点

上記のように底曳網漁業の混獲物は量も非常に多いしその成分からみても飼料的価値も高いから，これを全面的に飼料化することができれば，ここに新たに数万トンの濃厚飼料が自給されることになる。しかし現状では混獲物を全面的に飼料化することは経済的にも技術的にも困難なことが多い。経済的の問題については漁業全般の問題とも関連しており，混獲物の飼料化の問題だけを切離して論ずるわけにもゆかない。よつてここでは主として混獲物の飼料化に関する技術的の問題に限定して考えてみることにする。

以西底曳漁業において九州基地から漁場までの距離が遠く，1航海日数も長いから混獲物を冷凍，冷蔵して持帰える。漁業を有利にするための限られた船艙をできるだけ値のよい魚類を以てみたすことになる。飼料として使い得る魚類の価格の高限が現在の食用向漁獲物の下限より上であればその分だけ持帰えれるわけであるが，現在の飼料の価格では混獲物を冷凍，冷蔵して持帰ることはむづかしい。従つて混獲物を飼料原料として利用するためには冷凍，冷蔵せずに持帰える方法を考える必要がある。

冷凍，冷蔵以外の処理法としては，混獲物を洗滌後そのまま，あるいは生を砕いてこれに揮発性防腐剤を混和して容器に入れておく方法，或は腐敗細菌の発育を防止するため有用微生物を添加発育せしめる方法などが考えられる。これらの方法で処理した混獲物を基地に持帰えれば腐敗は防げるとしても，原料自体の酵素による分解は避けられないから，これを原料として従来の方法により搾粕に製造するならば搾粕の歩留りは非常に低いものとなる。従つてこれらの方法で持帰つた原料を飼料に向けるには水溶性の部分も製品とするようにしなければならない。水溶性部分を脱水濃縮せるものは良質なフイッシュソリユブルとなる。あるいはまた原料を糠，麩の如き乾燥粉末と混和して乾燥することも実行可能な処理法であろう。

前記のように以東底曳網漁業の中でも愛知県沖の底曳網漁獲物では食用向以外の小型魚は鮮魚のまま直ちに養鶏業者に売られて飼料とされている。その他の地域でも混獲物比較的鮮度良好の状態で市場に水揚されてはいるが，これらの混獲物は大部分体長 10cm 内外の小型魚なるため，堆積による鮮度低下が速かであり，熱水可溶物の割合が大きい。従つてこれら混獲物を原料として搾粕（魚粕）を製造してもその歩留は著しく低く飼料用搾粕製造原料としては不利なものとなる。故に上述の以西底曳の混獲物処理法で述べた如き方法により混獲物の成分全部を飼料化する如き方法を採ることが有利であろう。イカ肝油採取の場合に副産される肝臓エキスは濃縮してからこれを小麦麩に吸着せしめて後乾燥し肝臓エキス飼料が製造されているが，混獲物も細砕，加熱後，圧搾残渣は常法により乾燥し，可溶物は浮上油を除いて蒸発し，濃縮後これを麩糠などに吸着乾燥すれば，漁獲物から搾粕と肝臓エキス飼料と同様のものとが製造できるわけである。この場合これらの加工が企業として成立つためには混獲物の価格が当然問題となる。現在では混獲物は1貫当り20～40円で取引されているがこの程度の原料価格であれば飼料の生産は企業として成立つと思う。

濃厚飼料の需要は年々増大しており，この需要を満たすために未利用水産動物を活用することが望ましいが差当り底曳網漁業の混獲物を原料として優秀な濃厚飼料を多量に生産することが取上げられてよいと思う。

未利用水産動物の飼料化という問題は重要な問題であることは以前から判つていても水産と畜産との両方にまたがつている面があるために却つて進まないような点もあつたように聞くが，これらの障害をなくして飼料生産を軌道にのせるようにして欲しい。

5. 摘　　要

1. 以東及び以西底曳網漁業において混獲される未利用水産動物の割合および種類について調査し，またそれらの一般成分ビタミン含量を測定し次の如き結果が得られた。

1) わが国の底曳漁業における混獲物の総量は約 1000 万貫に達する。

2) 混獲物の種類は非常に多く，魚類はいずれも小型のものであるが大部分成魚である。

3) 混獲物の一般成分ビタミン含量は一般の食用魚類と大同小異であつて飼料原料として優秀なものと認められる。

2. 底曳漁業における混獲物を飼料として活用する場合の問題について考察を行つた。

本研究は田内森三郎博士を主任とする「水産飼料に関する研究」の一部を分担せるものである。底曳網漁業の混獲物の調査については田内博士の懇切な御指示を戴いた。

本稿を校閲された漁生甫長，研究の一部を分担された本研究所ビタミン科員，漁具漁法部員，東京水産大学宮山氏に謝意する。魚類の種名査定に協力された方々に対し感謝の意を表する。

Utilization of Discarded Trawl Catches as Feed for Livestock

Hideo Higashi, Shigene Takayama, Shigeo Murayama, Ichiro Hayashi,* and Kenji Kanda**

Synopsis

According to the latest statistics, about 1,000,000 metric tons of fish are landed by trawl fisheries from the sea adjacent to Japan. In addition, great amounts fished by them are used for manure or discarded because they are not suitable for food.

With a view to utilizing these discarded catches, sampling surveys and laboratory assays have been conducted to determine their amount and species as well as their nutritive values such as proteins, fats, vitamins, and water contents. The results are :

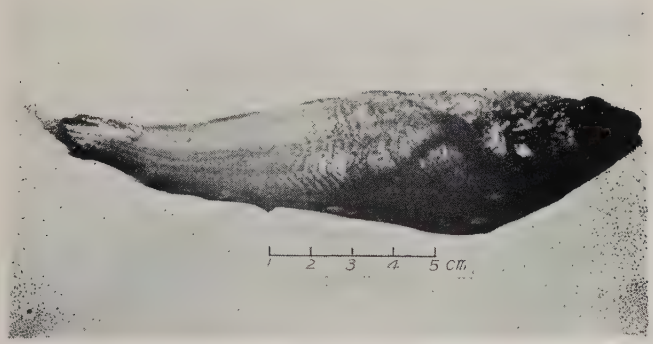
1. The amount of discarded trawl catches excluding jelly fish is estimated to be about 37,500 tons a year on the basis of the data of 1954 and 1955. Roughly 55 per cent of this is fished in the coastal waters east of Long. 130° E., and the rest from the west of the longitude including the East China and Yellow Seas.
2. Although most of the discarded fish are small in size, they seem to be adult forms.
3. Vitamins and other nutiritive contents of them are almost the same as in food fish.
4. For rational processing of the fish into feed for livestock, mixing the chopped meat with volatile preservatives or with antiputrefactive bacteria is recommended to be made soon after the hauling. Dehydration or mixing with wheat bran is suggested for making a better use of soluble parts of the fish.

* Tokai Regional Fisheries Research Laboratory

** Tokyo University of Fisheries

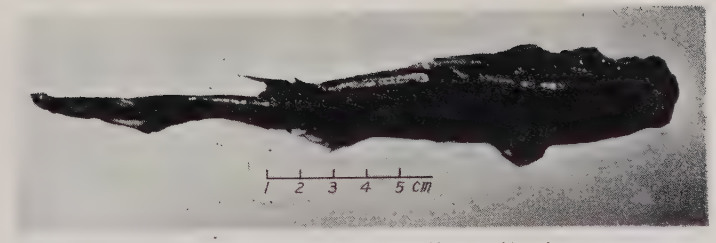
I．　ギンメ　*Polymixia nobilis*

II．　キチヂ　*Sebastolobus macrochir*

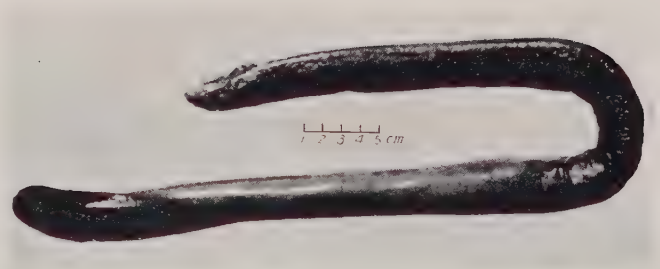


III．　エゾイソアイナメ　*Lotella maximowiczi*

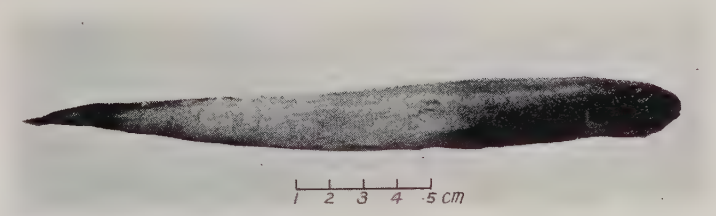
IV．　ヒゲの一種　*Coclorhynchus* sp.



V. カスミザメ *Centroscyllium ritteri*



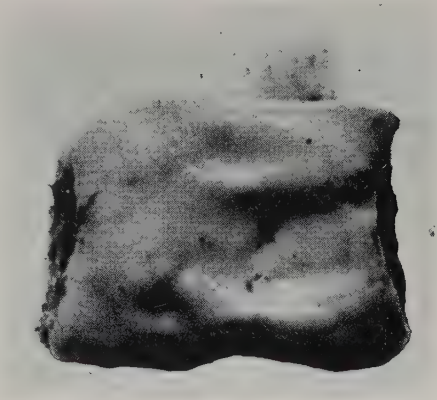
VI. ムクサキヌタウナギ *Eptatretus okinoseanus*



VII. イレズミガシの類 *Sycodes* sp.

VIII. ズワイガニ *Chionoecets opilic*

IX.　ガラテアの一種　*Galathea* sp.

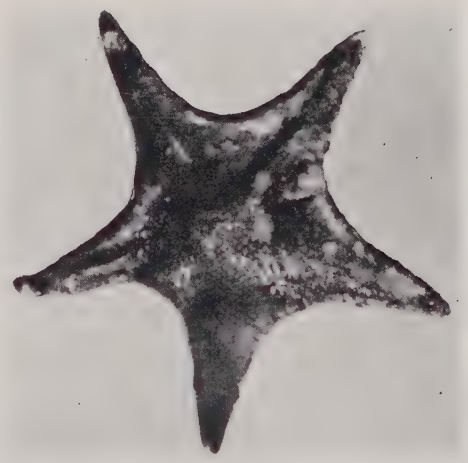


X.　ホヤの類　*Ascidia* ?

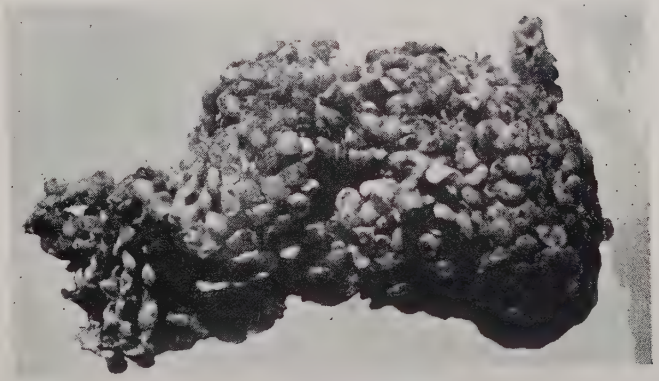
XI.　ヒトデ　*Asterias amurensis* LÜTKEN

XII.　オニヒトデ　*Distolaslerias nippon* sp.

XIII. アカニチリンヒトデ *Solaster borcali*

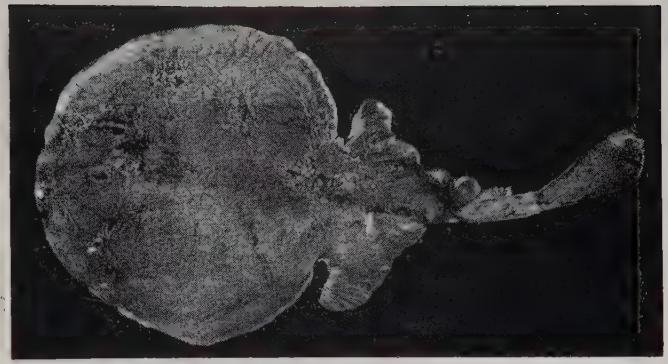


XIV. イトマキヒトデ *Asterina* sp.

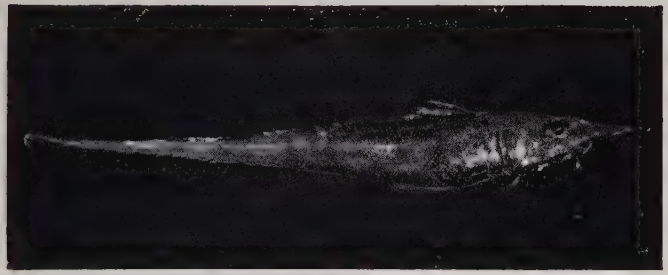


XV. Neptunea sp. の卵塊, Egg mass of *Naptunea* sp.

1．ネムリシビレエイ　*Crassinarke dormitor* TAKAGI



2．シビレエイ　*Narke japonica* (T. & S.)

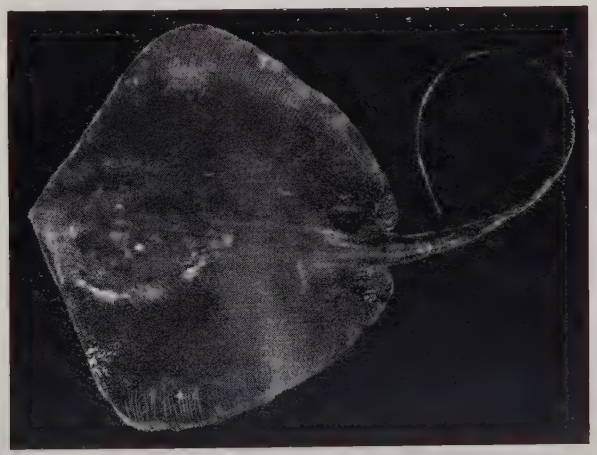


3．ネズミヒゲ　*Coelorhynchus japonicus* (T. & S)

4．セトダイ　*Hapalogerys mucronatus* (EYDOUX & SOULEYET)

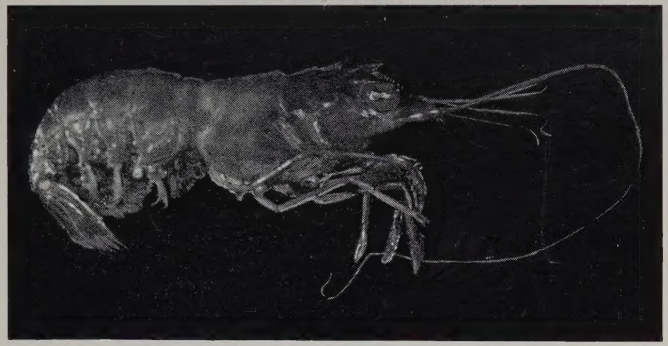
5．ヒラ　*Ilisha elongata* (BENNETT)

6．クロウシノシタ　*Rhinoplagusia japonica* (T. & S.)

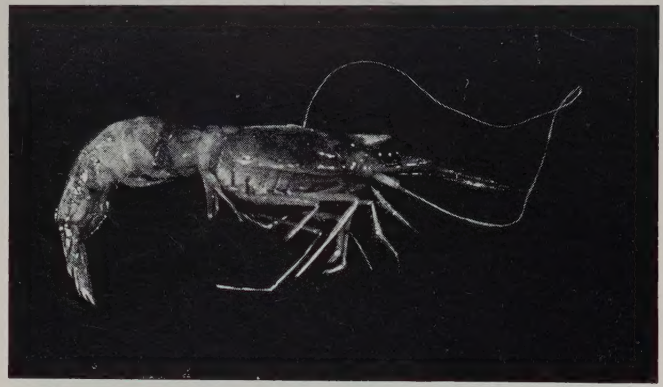


7．アカエイ　*Dasyatis akajei* (MÜLLER & HENLE)

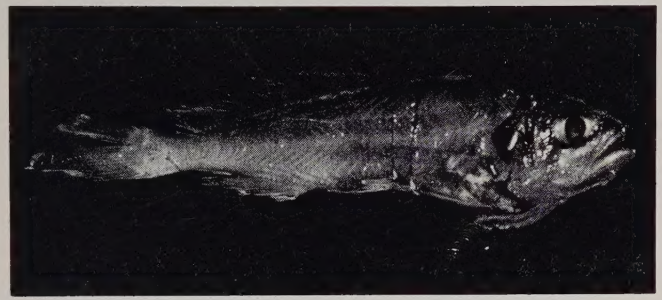
8．トバカスベ　*Raja porosa* GÜNTHER



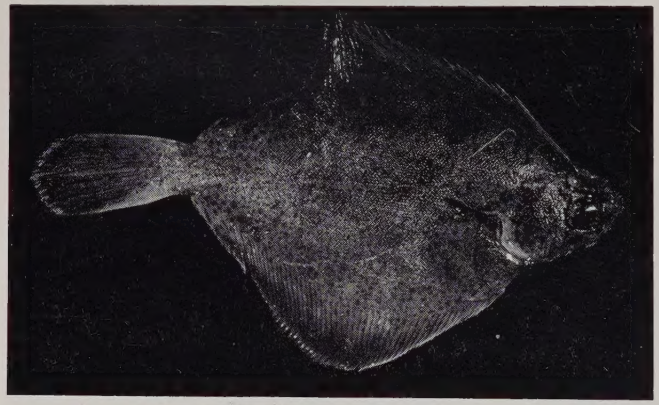
9．ミナミアカザエビ　*Nephrops thomsoni* BATE



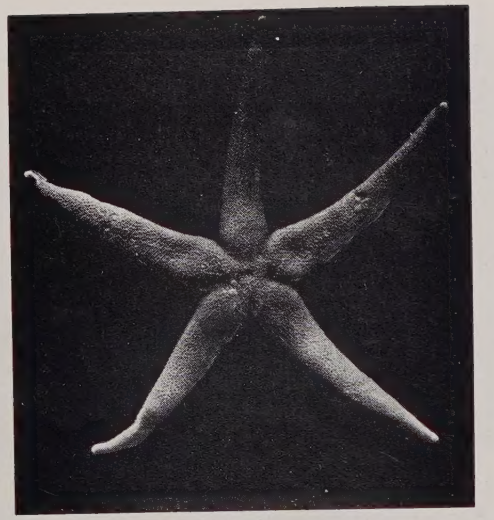
10．クダヒゲエビの一種　*Solenocera prominentis* KUBO



11．キンゲチ　*Pseudosciaena manchurica* (JORDAN & THOMPSON)



12．メイタガレイ　*Pleuronichthys cornutus* (T. & S.)



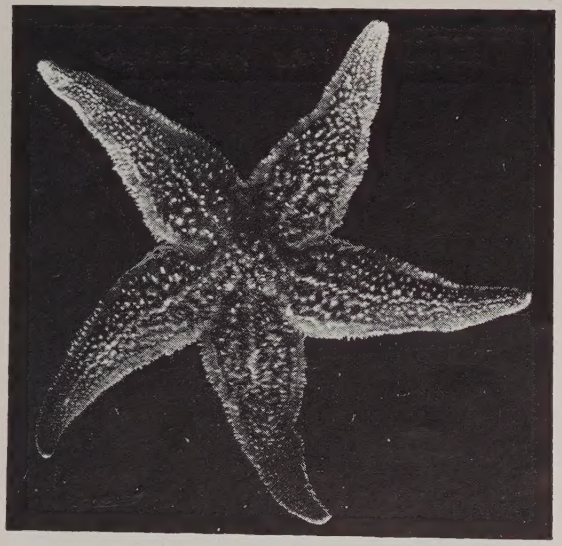
13. *Henricea* sp.

14. *Asterina* sp.

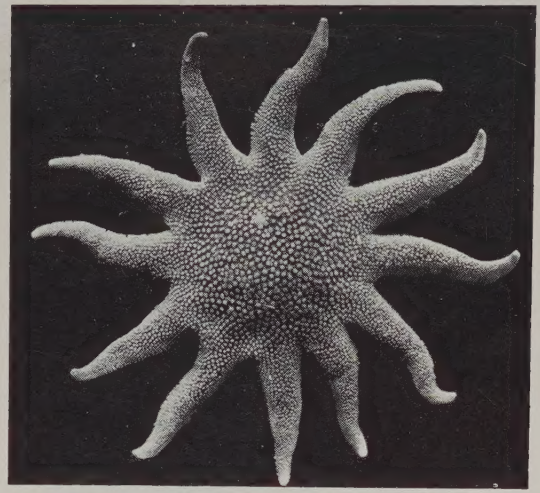
15. アカシタビラメ *Areliscus joyneri* (GUNTHER)

16. オキノテズルモズル *Gorgonocephalus caryi* (LYMAN)

17.　マクラボヤ *Cynthia* sp.

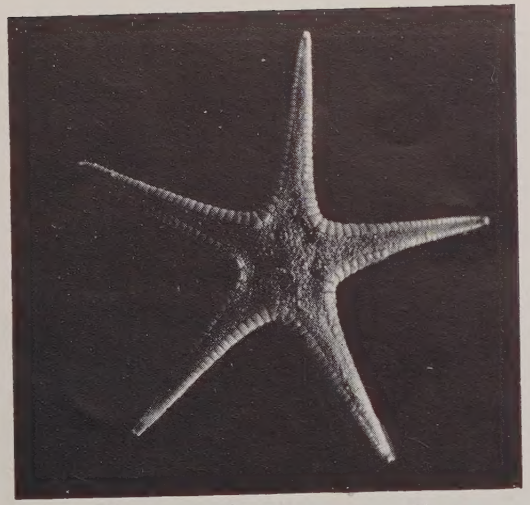


19.　*Asterias amurensis versicolor* SLADEN



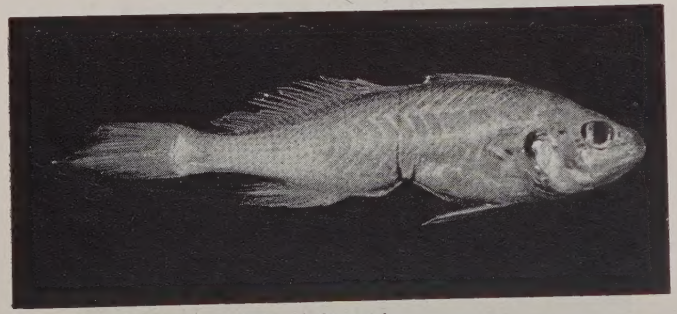
18.　アカニチリンヒトデ　*Solaster borealis* (FISHER)

20.　ヤツマタモク　*Sargassum patens* C. AG.



21. ハダカモミヂガイ *Dipsacaster pretiosus* (DÖDERLEIN)

22. ハリサンショウウニ *Temnopleurus reevesi* (GRAY)



23. コニベ *Johnius belengeri* (CUVIER & VALENCIENNES)